

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**BERNARDO MAIA FARAGE PEREIRA**

**EFEITO DO DESTREINAMENTO SOBRE VARIÁVEIS  
CINEMÁTICAS RELACIONADAS AO DESEMPENHO DO  
NADO CRAWL COM DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE  
RESPIRAÇÃO**

**VITÓRIA  
2012**

BERNARDO MAIA FARAGE PEREIRA

**EFEITO DO DESTREINAMENTO SOBRE VARIÁVEIS  
CINEMÁTICAS RELACIONADAS AO DESEMPENHO DO  
NADO CRAWL COM DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE  
RESPIRAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação Física, na área de concentração Aspectos biomecânicos e respostas fisiológicas agudas e crônicas ao movimento corporal humano.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Karine Jacon Sarro

VITÓRIA  
2012

**BERNARDO MAIA FARAGE PEREIRA**

**EFEITO DO DESTREINAMENTO SOBRE VARIÁVEIS  
CINEMÁTICAS RELACIONADAS AO DESEMPENHO DO  
NADO CRAWL COM DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE  
RESPIRAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Física, na área de concentração Aspectos biomecânicos e respostas fisiológicas agudas e crônicas ao movimento corporal humano.

Aprovada em 29 de junho de 2012.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Karine Jacón Sarro  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientadora

---

Prof. Dr. Anselmo José Perez  
Universidade Federal do Espírito Santo

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sônia Cavalcanti Corrêa  
Universidade Presbiteriana Mackenzie

*À memória do eterno técnico da natação capixaba  
Carlos Urbano, o Carioca*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Ms. Patrick Endlich, por ter me incentivado a fazer a especialização e o mestrado nessa área.

À FACITEC por ter financiado este projeto.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Karine Jacon Sarro, por me dar a oportunidade de desenvolver o laboratório de Biomecânica junto dos colegas, por ter sido exigente o tempo todo, pela atenção, por ter me ensinado a metodologia, por me ensinar sobre vida docente no ensino superior, pelos momentos de divergência e aproveitamento para me desculpar por qualquer transtorno.

Aos colegas de laboratório, que me ajudaram na coleta de dados, me ensinaram parte da metodologia, aos momentos que passamos juntos quebrando cabeça com o Dvideow e Matlab.

Aos colegas e amigos da engenharia que me ajudaram com a Física, Matemática e principalmente com os momentos de desespero no Matlab.

Aos colegas de turma que me apoiaram o tempo todo, principalmente nas disciplinas que eu não tinha muito afinidade.

Aos alunos da graduação, por ter tido a oportunidade de passar para eles o pouco que eu sabia e ao mesmo tempo por me permitirem adquirir um pouco de experiência na docência no ensino superior.

Aos funcionários e professores do CEFD, em especial ao Prof. Dr. André Leopoldo pelas conversas e ajuda com a estatística.

Ao Prof. Dr. Alexandre Loureiros e a Taizi Honorato por terem abraçado a causa na análise estatística, buscando o melhor método para analisar os dados.

Ao Prof. Dr. Anselmo José Perez, que me acompanha desde a graduação sempre me ajudando com a parte da natação.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sônia Cavalcanti Corrêa, pela disponibilidade e colaboração com este trabalho.

Aos atletas que participaram da pesquisa, permitindo que novas descobertas fossem feitas em prol da modalidade.

Aos amigos da profissão que torceram e me ajudaram nessa caminhada, especialmente ao Prof. Ms. Fabio Venturim pelas conversas esporádicas que sempre me confortavam.

Ao pessoal que me ajudou nos trabalhos braçais de construir calibrac marcador, e outros aparatos.

Aos amigos por entenderem minha ausência em muitos momentos e que mesmo assim não deixaram de me apoiar, especialmente Álvaro, João Pedro, Guilherme e Renato que me ajudaram diretamente durante o desenvolvimento do projeto.

A minha família e a Arlinda que me deram todo o suporte para que eu pudesse me dedicar aos estudos, especialmente meu pai que fez tudo e mais um pouco para que eu pudesse terminar o estudo.

À minha namorada Daniele que esteve ao meu lado nos momentos difíceis me dando apoio, me confortando, revisando o português e indo dormir altas horas da madrugada me acompanhando no desenvolvimento deste trabalho.

Em especial, ao Prof. Ozimar Gomes, pela grande amizade e principalmente pela grande contribuição na minha formação pessoal e profissional.

## RESUMO

Sabe-se que o destreinamento acarreta em perda das adaptações do sistema cardiorrespiratório e neuromuscular adquiridas com o treinamento físico, inclusive na natação. Apesar de diversos estudos terem investigado o efeito do destreinamento do ponto de vista fisiológico, ainda não foi encontrado na literatura estudos que tenham investigado o efeito do destreinamento em variáveis cinemáticas durante o nado. Sabendo disso esse trabalho foi desenvolvido com objetivo de verificar se há efeito do destreinamento sobre variáveis cinemáticas no desempenho do nado crawl com diferentes estratégias de respiração. Para isso foi utilizada uma metodologia baseada em cinemetria para obter as variáveis cinemáticas (tempo do nado, velocidade média do nado, frequência de braçada, comprimento de braçada e velocidade de braçada) em diferentes estratégias de respiração (apneia voluntária, respiração unilateral para o lado preferido, respiração unilateral para o lado não preferido e respiração bilateral) durante o nado crawl, antes e depois do período de destreinamento. Os dados mostraram que após cinco semanas de destreinamento o tempo do nado aumentou significativamente, a velocidade média do nado e a frequência de braçada diminuíram significativamente, exceto na estratégia de respiração bilateral. Ainda foi percebido que o tempo de braçada aumentou significativamente e a velocidade de braçada diminuiu significativamente na estratégia de apnéia voluntária e respiração para o lado preferido, por outro lado o comprimento de braçada aumentou significativamente apenas na estratégia de respiração para o lado preferido. Portanto esses achados indicam que há efeito prejudicial do destreinamento sobre variáveis cinemáticas relacionadas ao desempenho do nado crawl com diferentes estratégias de respiração.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biomecânica. Treinamento. Natação.

## **ABSTRACT**

It is known that detraining leads to the loss of cardiorespiratory and neuromuscular systems adaptations, once acquired with physical training, including swimming. Although several studies have been investigated the effect of detraining, through a physiological concept, it have not yet been found in the literature a study that have investigated the effect of detraining in kinematic variables during swimming. Knowing that, this work was developed in order to verify the detraining effect on kinematic variables in front crawl stroke performance with different breathing patterns. For this, we used a methodology based on video analysis for kinematic variables (swim time, stroke velocity, stroke rate, stroke length and hand velocity) in different breathing patterns (no breathing, breathing to the preferred side, breathing to the non-preferred side and bilateral breathing) during front crawl stroke, before and after the detraining period. The data showed that, after five weeks of detraining the swim time was increased, the swim velocity and stroke rate was lower, except for bilateral breathing. Although, the stroke time was increased and stroke velocity was lower in no breathing pattern and breathing to the preferred side, on the other hand, the stroke length was increased just in breathing to the preferred side. Therefore, these findings indicate that there are adverse effects of detraining on kinematic variables related to swimming front crawl stroke performance with various breathing pattern.

**KEYWORDS:** Biomechanics. Training. Swimming.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desenho esquemático do ambiente de coleta .....	31
Figura 2 - Exemplo do marcador .....	32
Figura 3 - Instante da sincronização entre as câmeras .....	34
Figura 4 - Quadro da imagem correspondente à iminência da entrada do punho na água usado para obter as coordenadas de tela (X, Y) do marcador .....	35
Figura 5 – Calibrador .....	35
Figura 6 - Quadro da imagem exemplificando um instante de calibração no momento em que a haste encontrava-se posicionada .....	35
Figura 7 – Corpo rígido .....	38
Figura 8 - Quadro da imagem exemplificando um instante do movimento do corpo rígido na raia onde o atleta nadou em seguida .....	38
Figura 9 – Tempo do nado referente ao período treinado nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB) .....	42
Figura 10 – Velocidade média do nado referente ao período treinado nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB) .....	43
Figura 11 – Frequência de braçada referente ao período treinado nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB) .....	43
Figura 12 – Tempo de braçada referente ao período treinado nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB) .....	44
Figura 13 – Comprimento de braçada referente ao período treinado nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB) .....	45
Figura 14 – Velocidade de braçada referente ao período treinado nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB) .....	45

Figura 15 – Tempo do nado referente ao período destreinado nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB) .....	46
Figura 16 – Velocidade média do nado referente ao período destreinado nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB) .....	47
Figura 17 – Frequência de braçada referente ao período destreinado nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB) .....	47
Figura 18 – Tempo de braçada referente ao período destreinado nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB) .....	48
Figura 19 – Comprimento de braçada referente ao período destreinado nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB) .....	48
Figura 20 – Velocidade de braçada referente ao período destreinado nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB) .....	49
Figura 21 – Tempo do nado em ambos os períodos (treinado e destreinado) nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB) .....	49
Figura 22 – Velocidade média do nado em ambos os períodos (treinado e destreinado) nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB) .....	50
Figura 23 – Frequência de braçada em ambos os períodos (treinado e destreinado) nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB) .....	51
Figura 24 – Tempo de braçada em ambos os períodos (treinado e destreinado) nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB) .....	51
Figura 25 – Comprimento de braçada em ambos os períodos (treinado e destreinado) nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB) .....	52

Figura 26 – Velocidade de braçada em ambos os períodos (treinado e destreinado) nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB ..... 53

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Cálculo da Acurácia .....	37
Equação 2 - Cálculo do Tempo do nado .....	39
Equação 3 - Cálculo da Velocidade média do nado .....	39
Equação 4 - Cálculo da Frequência de braçada .....	39
Equação 5 - Cálculo do Comprimento de braçada .....	40
Equação 6 - Cálculo do Tempo de braçada .....	40
Equação 7 - Cálculo da Velocidade de braçada .....	41

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

° - Grau, unidade de medida angular

% - Percentual

$a$  - Acurácia

$b$  – Bias

$p$  - Precisão

$Q_1$  - Quadro da imagem que correspondia à iminência da entrada do punho na água

$Q_2$  - Quadro da imagem que correspondia à iminência da entrada do mesmo punho na água da braçada seguinte

$Q_i$  - Quadro em que a cabeça do nadador estava perpendicular ao primeiro cone

$Q_f$  - Quadro em que a cabeça do nadador estava perpendicular ao segundo cone

AV - Apneia voluntária

AVCHD - Advanced Video Codec High Definition

AVI - Audio Vídeo Interlaced

CB - Comprimento de braçada

ciclos/min - Ciclos por minuto, unidade de medida de frequência de ciclos de braçada

cm - Centímetros, unidade de medida de comprimento linear

DN - Distância nadada

FB - Frequência de braçada

Hz - Hertz, unidade de medida de frequência

Kg – Quilograma, unidade de medida de massa

km/semana - Quilômetros por semana

LNP - Respiração unilateral para o lado não-preferido

LP - Respiração unilateral para o lado preferido

m - Metros, unidade de medida de comprimento linear

m/s - Metros por segundo, unidade de medida de velocidade linear

NC - Número de ciclos de braçada

RB - Respiração bilateral

s - Segundo, unidade de medida de tempo

T - Tempo do nado

TB - Tempo de braçada

TC - Tempo para realizar os ciclos de braçada

UFES – Universidade Federal do Espírito Santo

VB - Velocidade de braçada

VN - Velocidade média do nado

VO<sub>2</sub> máximo - Consumo máximo de oxigênio

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
1.1 OBJETIVOS .....	17
1.1.1 Geral .....	17
1.1.2 Específicos .....	18
1.2 HIPÓTESE .....	18
1.3 JUSTIFICATIVA .....	18
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>20</b>
2.1 CINEMÁTICA DO NADO CRAWL .....	20
2.2 INFLUÊNCIA DA RESPIRAÇÃO NO NADO CRAWL .....	22
2.3 DESTREINAMENTO .....	24
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>29</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....	29
3.2 AMOSTRA .....	29
3.3 COLETA DE DADOS .....	30
3.3.1 Ambiente de coleta de dados .....	30
3.3.2 Preparação dos voluntários .....	31
3.3.3 Procedimento experimental .....	32
3.4 OBTENÇÃO DAS IMAGENS .....	33
3.4.1 Aquisição das Imagens .....	33
3.4.2 Sincronização das câmeras .....	33
3.4.3 Transferência, conversão e armazenamento dos dados .....	34
3.5 DESCRIÇÃO DO SISTEMA .....	34
3.5.1 Calibração das câmeras.....	35
3.5.2 Teste para avaliar a calibração .....	37
3.5.3 Avaliação da acurácia do sistema .....	37
3.5.4 Reconstrução bidimensional das coordenadas .....	38

3.6 VARIÁVEIS .....	39
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	41
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>42</b>
4.1 COMPARAÇÃO ENTRE AS ESTRATÉGIAS DE RESPIRAÇÃO .....	42
4.2 COMPARAÇÃO ENTRE PERÍODO TREINADO E DESTREINADO ....	49
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>54</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>59</b>
<b>7 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXO A - Aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da UFES .....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>75</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Análise do desempenho é um passo importante na definição, manutenção e adaptação do programa de treinamento (HELLARD et al., 2008). No esporte, cada modalidade apresenta fatores determinantes para o desempenho e tanto pesquisadores quanto atletas e técnicos demonstram um grande interesse por estes fatores na natação, por serem ferramentas que podem ajudar a evoluir as estratégias de treinamento em busca de melhores resultados nas competições (CASTRO, 2007).

Na natação, desempenho pode ser considerado como a capacidade de nadar a distância prescrita conforme as regras no menor intervalo de tempo possível (CASTRO et al., 2005), sendo influenciado por fatores psicológicos, genéticos, fisiológicos e biomecânicos (BARBOSA et al., 2010b; FAVARO e LIMA, 2005; RISCH e CASTRO, 2007; ZAMPARO et al., 2005).

Dentre os aspectos biomecânicos relacionados à natação, estão as forças de arrasto, a aplicação de força propulsiva e as características cinemáticas do nado (HAY e GUIMARÃES, 1983). De acordo com Toussaint e Beek (1982) o incremento da velocidade do nado está relacionado com o aumento da propulsão (aplicação de força propulsiva) e a diminuição da resistência do meio (arrasto).

Especificamente no nado crawl, a diminuição da resistência está atrelada ao alinhamento horizontal e lateral do corpo, que por sua vez sofre influência quando o nadador executa a inspiração durante o movimento de respiração lateral (CARDELLI et al., 2000). Já a propulsão depende da interação e execução de ações dos braços, pernas, tronco e respiração (FREUDENHEIM et al., 1996). Sendo assim, pode ser que uma ação interfira favorecendo ou não a execução de outra ação e/ou no desempenho do nado (APOLINÁRIO et al., 2011).

Sabendo então que a respiração pode interferir na braçada e/ou no desempenho do nado crawl, e que 85% da propulsão no nado crawl é devido à ação dos braços (TOUSSAINT e BEEK, 1982), neste trabalho foram obtidas variáveis como tempo do nado, velocidade média do nado, frequência, tempo, comprimento e velocidade de

braçada em quatro estratégias de respiração comumente realizadas pelos nadadores e que são descritas na literatura. São elas: respiração unilateral para o lado preferido, respiração unilateral para o lado não preferido, respiração bilateral e apneia voluntária.

Além dos fatores que influenciam o desempenho do nadador, sabe-se que a evolução do desempenho para atletas de alto nível depende das adaptações geradas pelo treinamento de muitos anos, assim como a interrupção do treinamento (destreinamento) acarreta em perda das adaptações do sistema cardiovascular e neuromuscular adquiridos com o treinamento (EVANGELISTA e BRUM, 1999), inclusive na natação (NEUFER et al., 1987). Apesar de diversos estudos terem investigado o efeito do destreinamento do ponto de vista fisiológico, ainda não foram encontrados na literatura estudos que tenham investigado o efeito do destreinamento em variáveis cinemáticas durante o nado.

Sabendo disso esse trabalho foi desenvolvido com objetivo de verificar se há efeito prejudicial do destreinamento sobre variáveis cinemáticas no desempenho do nado crawl com diferentes estratégias de respiração.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Geral

Verificar se há efeito prejudicial do destreinamento sobre variáveis cinemáticas (tempo do nado, velocidade média do nado, frequência de braçada, comprimento de braçada e velocidade de braçada) relacionadas ao desempenho do nado crawl com diferentes estratégias de respiração (apneia voluntária, respiração unilateral para o lado preferido, respiração unilateral para o lado não preferido e respiração bilateral).

### 1.1.2 Específicos

- Comparar o comportamento das variáveis cinemáticas entre as diferentes estratégias de respiração no desempenho do nado crawl, referente ao período em que os atletas estavam treinados.
- Comparar o comportamento das variáveis cinemáticas entre as diferentes estratégias de respiração no desempenho do nado crawl, referente ao período em que os atletas estavam destreinados.
- Comparar o comportamento de cada variável cinemática do nado, antes e depois do período de destreinamento, nas diferentes estratégias de respiração no desempenho do nado crawl.

## 1.2 HIPÓTESE

Sabendo que na natação o desempenho pode ser influenciado por fatores fisiológicos e biomecânicos e que o destreinamento acarreta em perda das adaptações fisiológicas adquiridas com o treinamento, inclusive na natação, parece razoável supor que também há efeito prejudicial do destreinamento sobre as variáveis cinemáticas relacionadas ao desempenho do nado crawl. Sabendo ainda, que a respiração pode interferir na braçada e/ou no desempenho do nado crawl parece razoável supor também que a estratégia de respiração apneia voluntária é a mais vantajosa em ambos os períodos (treinado e destreinado) quando comparado com as demais estratégias.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Sabe-se que na natação o desempenho pode ser influenciado por fatores fisiológicos e biomecânicos (BARBOSA et al., 2010b) e que o destreinamento acarreta em perda das adaptações do sistema cardiorrespiratório e neuromuscular, adquiridos com o treinamento (EVANGELISTA e BRUM, 1999), inclusive na natação (NEUFER et al., 1987). No entanto, as consequências do destreinamento não foram totalmente esclarecidas (GARCIA-PALLARÉS et al., 2009), bem como não foi

encontrado na literatura trabalhos que tenham investigado o efeito do destreinamento nas variáveis cinemáticas durante o nado. Considerando que a respiração pode interferir na braçada e/ou no desempenho do nado crawl (APOLINÁRIO et al., 2011), que o destreinamento diminui o desempenho dos atletas (EVANGELISTA E BRUM, 1999; GARCÁ-PALLARÉS et al., 2009) e que as variáveis cinemáticas estão diretamente relacionadas com o desempenho em natação (CASTRO, 2007) este trabalho se faz importante no meio acadêmico, uma vez que irá apontar se o efeito do destreinamento é prejudicial sobre as variáveis cinemáticas relacionadas ao desempenho do nado crawl com diferentes estratégias de respiração.

Além da relevância científica, esse trabalho irá acrescentar informações para os treinadores de natação, que a partir daí poderão repensar o planejamento a fim de minimizar os efeitos do destreinamento para os seus nadadores.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CINEMÁTICA DO NADO CRAWL

Sabe-se que a cinemática é o ramo da biomecânica que descreve os componentes espaciais e temporais do movimento, como a posição, a velocidade e a aceleração de um corpo sem levar em consideração as forças que causam o movimento. Desde o início da década de 70 do século XX, a análise dos parâmetros cinemáticos do nado é um dos principais focos de interesse da investigação biomecânica da natação (BARBOSA et al., 2010a). Diariamente durante o treinamento de natação, o treinador utiliza as medidas conhecidas da piscina e o cronômetro para obter variáveis cinemáticas, por exemplo, a velocidade média do nado que é calculada pelo quociente entre a distância nadada e o tempo gasto para realizar o percurso. Muitas vezes essa velocidade é superestimada, em função da contribuição da saída e/ou virada (EAST, 1970). Com isso, a utilização de métodos de videogrametria passa a ser fundamental em relação à confiabilidade dos resultados (CASTRO, 2007). Diversos trabalhos têm utilizado a análise bidimensional (CASTRO e MOTA, 2008) ou tridimensional (McCABE, 2008) para avaliar a técnica do nadador (GRIMSTON e HAY, 1986), o desempenho durante a competição (CASTRO e MOTA, 2008), além de avaliar os efeitos do treinamento (VILAS-BOAS e LAMARES, 1997).

Dentre as variáveis cinemáticas mais estudadas podemos destacar a velocidade de nado, frequência de braçada, comprimento de braçada (CRAIG e PENDERGAST, 1979; CRAIG et al., 1985) e o índice de braçada (COSTILL et al., 1992). Geralmente o comportamento dessas variáveis durante o nado está relacionado com as características antropométricas (PEREZ et al., 2011), gênero (PELAYO et al., 1996), fadiga (SEIFFERT et al., 2005a), transições entre saídas e viradas (EAST, 1970), técnica aplicada pelo nadador (GIROLD et al., 2001), nível do nadador (CRAIG et al., 1985) e execução da respiração ou não (CASTRO e GUIMARÃES, 2006).

Termin e Pendergast (2000) definem a frequência de braçada (FB) como um valor que expressa o número de ciclos de braçadas efetuadas pelo nadador a cada

unidade de tempo, sendo expressa em ciclos por segundos (Hz). Apesar da unidade no sistema internacional de medidas ser o Hertz, os técnicos e atletas entendem melhor quando essa variável é utilizada em ciclos/min. Maglischo (2003) cita que essa variável pode ser mensurada de diversas formas: utilizando cronômetro específico que tem o recurso de contador de frequência de braçada; cronometrar o tempo de execução dos ciclos de braçadas, contar o número de ciclos realizados e dividir o número de ciclos realizados pelo tempo gasto para executá-los; ou ainda utilizar a imagem de vídeo para contar o número de ciclos de braçada e obter o tempo de execução dos ciclos de braçadas para depois efetuar a razão entre o número de ciclos e o tempo para executá-los.

O comprimento de braçada (CB) é a distância em que o corpo avança durante um ciclo completo de braçada e geralmente é expresso em metros (m) (MAGLISCHO, 2003). Segundo Termin e Pendergast (2000) essa variável é influenciada pelas forças aplicadas sobre e pelo nadador na água. Maglischo (2003) aponta dois métodos para calcular o comprimento de braçada, o primeiro constitui em contar o número de ciclos de braçadas em uma distância conhecida e depois dividir o valor da distância conhecida pelo número de ciclos realizados nesse espaço, e o segundo constitui em medir a distância percorrida em um ciclo de braçada utilizando a videogrametria. De acordo com Castro e Mota (2008) três aspectos podem estar associados a maiores valores do CB: características antropométricas (estatura e envergadura), nível técnico e capacidade de geração de força. Quando um nadador consegue incrementar o CB, sem reduzir a velocidade de nado (VN), estará propiciando, pela melhoria da técnica, uma maior economia de nado, fundamental para o desempenho (YANAI, 2003). Além disso, o CB é um importante indicador de eficiência propulsiva, indicando a qualidade do gesto empregado no nado e podendo ser utilizado como instrumento de avaliação crônica do progresso da técnica do atleta (TOUSSAINT e BEEK, 1992).

Sendo a natação um esporte que envolve deslocamento, a VN é um importante fator relacionado ao controle da intensidade, que pode ser obtido pelo produto entre um elemento espacial e um elemento temporal, respectivamente o comprimento de braçada e a frequência de braçada (MAZZOLA et al., 2008). O aumento da VN pode ser alcançado agudamente, com incremento da FB, ou cronicamente, com

incremento do CB. Essa segunda condição ocorre em resposta ao treinamento, devido à melhora da técnica utilizada pelo nadador (ZAMPARO et al., 2005). Castro et al. (2005) estudaram as relações entre as variáveis cinemáticas com nadadores de alto nível, encontrando como estratégia mais utilizada para incremento agudo da VN um aumento significativo da FB, mesmo não sendo uma estratégia econômica. Outros estudos apontam que a menor frequência de ciclo de braçadas e a maior distância percorrida por ciclo de braçada têm sido sistematicamente relacionadas como indicadores de melhor técnica e desempenho (CASTRO e MOTA, 2008). Castro (2002) menciona que as relações entre FB e CB são fundamentais não apenas para definição da VN, mas também para a manutenção da mesma.

Outro parâmetro reportado na literatura é o índice de braçada, que pode ser obtido a partir do produto entre VN e CB (McCABE, 2008). Esse índice assume que a uma dada velocidade o nadador que consegue avançar grandes distâncias por ciclo de braçada tem a técnica de nado eficiente (COSTILL et al., 1992).

## 2.2 INFLUÊNCIA DA RESPIRAÇÃO NO NADO CRAWL

Durante as provas competitivas na natação, diversas fontes energéticas fornecem energia para que o nadador realize o percurso determinado no menor intervalo possível. Sabe-se que quanto mais curta for a prova, maior será a contribuição do metabolismo anaeróbico; e quanto mais longa for a prova, maior será a contribuição do metabolismo aeróbico. As fontes anaeróbicas lácticas constituem, na natação, a principal fonte energética nas distâncias de 50 a 200 metros e com importante papel nas provas de 400 metros (PLATONOV e FESSENKO, 2003). Embora uma fonte energética possa predominar em uma determinada distância, elas não atuam de maneira isolada (GASTIN, 2001). Capelli et al. (1998) encontraram durante o nado em máxima intensidade que a distância de 91,4 m (57 s) foi realizada com 38% de contribuição do metabolismo aeróbico, e na distância de 182,9 m (126,1 s) esse valor subiu para 63%. Já no estudo de Zamparo et al. (2000) utilizando adolescentes, os autores encontraram uma contribuição aeróbia de 27% para esforços máximos na distância de 50 m (33 s), 49% para distância de 100 m (71 s), e subindo para 71% na distância de 200 m (154 s). Então quanto maior a duração da

prova, mais vezes o atleta terá que executar a respiração lateral para conseguir manter a contribuição do metabolismo aeróbico. A respiração durante o nado assume um duplo papel, sendo um fisiológico, relacionado com a atividade corporal e a necessidade de efetuar trocas gasosas; e um mecânico, em virtude de influenciar diretamente a flutuabilidade e a propulsão do nadador (TOUSSAINT e BEEK, 1982; FREUDENHEIM et al., 1996).

No nado crawl a respiração é executada em duas fases, a primeira fase é o momento da inspiração, que é realizada pela boca de forma rápida e profunda, quando realizado o movimento de rotação lateral da cabeça. Finalizada a inspiração, o nadador realiza uma rotação medial da cabeça, voltando à posição inicial em decúbito ventral, e com o rosto imerso na água, realiza a segunda fase da respiração, denominada de expiração, que consiste em expirar o ar no meio líquido durante a realização do ciclo de braçada. A expiração pode ser realizada pela boca e/ou pelo nariz, isso depende da preferência do nadador.

Sabendo disso, a respiração lateral pode ser realizada para o lado direito ou esquerdo, quando o atleta executa a respiração sucessivamente para o mesmo lado, isso é conhecido por respiração unilateral. Já quando o atleta alterna o lado da respiração sucessivamente, isso é conhecido por respiração bilateral. Na competição, a estratégia de respiração adotada no nado crawl depende da distância a ser nadada. Em provas de velocidade como os 50 metros que dura menos de 30 segundos, o nadador de alto nível geralmente opta por se deslocar em apneia mantendo o rosto imerso na água respirando no máximo uma vez durante o percurso. Já nas provas de fundo (800 e 1500 metros) que costumam durar mais de oito minutos, os atletas costumam respirar apenas para o lado preferido e/ou bilateralmente. A vantagem da respiração bilateral é que durante a prova o atleta pode usar isso como tática para observar seus adversários (APOLINÁRIO et al., 2012).

Alguns estudos compararam a utilização das diferentes estratégias de respiração em algumas variáveis durante o nado crawl. Em relação ao rolamento do tronco Levinson (1987) encontrou que nadadores quando realizam a respiração para o lado não preferido rodam o tronco entre 40 e 45°, já quando realizam a respiração para o



lado preferido rodam o tronco cerca de 50 e 60°. Payton et al (1999) investigaram o efeito da respiração na braçada e no ângulo de rolamento do corpo em seis sujeitos do gênero masculino nas condições de respiração para o lado preferido e sem respirar, encontrando apenas diferença descritiva em relação ao ângulo de rolamento do corpo.

Em relação ao tempo da fase propulsiva da braçada, trabalhos verificaram que ao executar o movimento de respiração, os atletas incrementaram o tempo entre as fases propulsivas de ambas as braçadas, quando comparado com o nado em apneia voluntária (LERDA et al 2001; VEZOS et al., 2007). Lerda e Cardelli (2003) citam que há uma relação entre a coordenação para executar a respiração com o nível técnico do nadador. Nadadores mais experientes têm uma habilidade maior em coordenar a braçada, o equilíbrio do corpo, a propulsão, e realizam a inspiração em menos tempo quando comparado aos nadadores menos experientes (CARDELLI et al., 2000).

Relacionado a assimetria da braçada, um estudo encontrou que independente da estratégia de respiração os nadadores mantiveram a estrutura temporal das braçadas, bem como a coordenação entre os braços (APOLINÁRIO et al., 2012). Outros trabalhos encontraram que a maior parte dos nadadores apresentou assimetria na coordenação entre os braços e desequilíbrio na potência dos membros superiores principalmente durante a respiração unilateral (SEIFFERT et al., 2005b; POTTS et al., 2002).

Alguns estudos investigaram a relação entre os padrões respiratórios nas variáveis cinemáticas e encontraram que em relação ao desempenho é mais vantajoso nadar em apneia voluntária (APOLINÁRIO et al., 2012; CASTRO e GUIMARÃES, 2006). Por outro lado, Seiffert et al (2008) não encontraram diferença significativa entre os padrões analisados em nenhuma das variáveis.

## 2.3 DESTREINAMENTO

Com a realização do treinamento, acontecem diversas adaptações metabólicas e funcionais nos diferentes órgãos e sistemas do corpo humano (MUJICA e PADILLA,

2001a; PETIBOIS e DÉLERES, 2003). Da mesma forma que o treinamento acarreta na adaptação, a interrupção do mesmo leva a perda dessas adaptações (princípio da reversibilidade), ou seja, os efeitos do treinamento não são cumulativos, mas, transitórios. Essa interrupção é conhecida como destreinamento, que pode ser entendido pelo período em que o atleta ou praticante de atividade física cessa a prática regular de exercícios, tendo como causas: lesões, cirurgia, férias, ou até mesmo a aposentadoria (EVANGELISTA e BRUM, 1999).

Diversos estudos investigaram o destreinamento nas diversas modalidades esportivas, como na corrida (HOUMARD et al., 1992; EHSANI et al., 1978; HOUSTON et al., 1979), no basquete (OLIVEIRA e NAVARRO, 2007; SANTO et al., 1997), no futebol (AMIGÓ et al., 1998; BANGSBO e MIZUNO, 1988), no handebol (OLIVEIRA et al., 2009; MARQUES e GONZALES-BADILLO, 2006), no vôlei (MARQUES et al., 2011), na canoagem (GARCIA-PALLARÉS et al., 2009) e na natação (NEUFER et al., 1987; COSTILL et al., 1985; CLAUDE e SHARP, 1991).

Sabe-se que com o treinamento há melhora do sistema neuromuscular através da ativação neural, adaptações de tipos de fibras musculares, aumento da área da secção transversa da fibra muscular, aumento da força, isso tudo resultará na melhora das capacidades de velocidade e força (ANDERSEN et al., 2005; MELNYK et al., 2009; MIJUKA et al., 2004). Assim como, a interrupção do treinamento acarreta na perda dessas adaptações (EVANGELISTA e BRUM, 1999).

Os efeitos do destreinamento na proporção dos tipos de fibra muscular está relacionado com a duração da interrupção (MUJIKÁ e PADILLA, 2001b). Estudos que analisaram interrupções curtas (até 4 semanas), não perceberam alteração na proporção das fibras musculares (BANGSBO e MIZUNO, 1988; HOUSTON et al., 1979). Por outro lado, interrupções mais longas tendem a alterar a proporção das fibras musculares (MUJIKÁ e PADILLA, 2000b).

Em relação à área de secção transversa da fibra muscular, em poucas semanas já é possível perceber diminuição na área de secção transversa (MUJIKÁ e PADILLA, 2001b; BANGSBO e MIZUNO, 1988), principalmente nas fibras de contração rápida (MUJIKÁ e PADILLA, 2001b). Häkkinen et al (1985) perceberam após 12 semanas

de destreinamento uma redução na área de secção transversa da fibra muscular, na ativação neural concomitante a redução da força muscular. Outros trabalhos também perceberam redução da força a partir de 6 semanas de destreinamento (HARRIS et al., 2007; TOKMAKIDIS et al., 2008; RASO et al., 2001). A redução da força em poucas semanas de destreinamento pode ser explicada pela diminuição da ativação neural (NARICI et al., 1989; GONDIM et al., 2006). Especificamente na natação, Neuffer et al (1987) não encontraram alterações na força muscular de nadadores universitários após 4 semanas de inatividade, porém a potência do nado diminuiu em 13,6 %. Maglischo (2003) explica que essa diminuição na potência do nado está mais relacionada com a perda da “sensibilidade” do nadador com a água do que com reduções na força e potência muscular, ou ainda pode estar relacionada com a interrupção da ação muscular específica (POUSSON et al., 1999).

Assim como no sistema neuromuscular, ocorrem adaptações ao treinamento no sistema cardiovascular como a diminuição da frequência cardíaca, aumento do consumo máximo de oxigênio, melhora da capacidade e potência aeróbia, aumento da capilarização muscular, maior produção e remoção de lactato, maior tolerância ao limiar de lactato, que resultará no aprimoramento na capacidade de resistência (MUJICA e PADILLA, 2001a; MIJUKA et al., 2004; PETIBOIS e DÉLERES, 2003). E a interrupção do treinamento acarreta na perda dessas adaptações (EVANGELISTA e BRUM, 1999).

Os efeitos do destreinamento sobre as adaptações do sistema cardiovascular estão diretamente relacionadas ao débito cardíaco, o qual sofre modificações em função da frequência cardíaca e do volume sistólico. Evangelista et al (2005) observaram a perda da bradicardia de repouso induzida após duas semanas de destreinamento em ratos. Mujica e Padilla (2000a), afirmam que no período de destreinamento a frequência cardíaca tende a se elevar em intensidades submáximas e máximas a uma taxa de 5 a 10% devido a uma redução do volume sanguíneo entre 5 a 12%. Já a redução do volume sistólico é resultado da diminuição do volume sanguíneo causada pela interrupção do treinamento. Estudos encontraram diminuições entre 10 e 17% no volume sistólico a partir de duas semanas de destreinamento (COYLE et al., 1984; COYLE et al., 1986).

O fluxo sanguíneo muscular e a capilarização contribuem diretamente para a oferta de oxigênio para os músculos, sendo que a otimização da utilização do oxigênio é determinada pelas enzimas oxidativas (MUJIKÁ e PADILLA, 2000b). Convertino et al (1982) mostraram que após o destreinamento, o fluxo sanguíneo em repouso para a musculatura do membro inferior estava reduzido em 36%, estando este associado a uma redução de 38% da capilarização.

Sobre a atividade enzimática, Coyle et al (1985) perceberam uma redução de 40% da atividade das enzimas oxidativas em atletas altamente treinados após oito semanas de destreinamento. Chi et al (1983) observaram que em corredores e ciclistas, a concentração de enzimas oxidativas decresceu em ambos os tipos de fibras, mas nas fibras de contração rápida não houve retorno aos níveis do grupo controle. Estes estudos parecem afirmar a especificidade das adaptações ao programa de treinamento empregado.

Somando-se aos efeitos do destreinamento físico sobre o débito cardíaco, as adaptações periféricas dos músculos que controlam a diferença artério-venosa de oxigênio (diferença entre oferta e consumo de oxigênio), também podem contribuir para a redução do consumo máximo de oxigênio após a inatividade física (MUJIKÁ e PADILLA, 2000b).

Em relação ao consumo máximo de oxigênio ( $\text{VO}_2$  máximo), Gamelin et al (2007) relataram um decréscimo no  $\text{VO}_2$  máximo de homens jovens após 8 semanas de destreinamento. Kemi et al (2004) observaram uma redução de 50% no  $\text{VO}_2$  máximo de ratos adultos após duas semanas de destreinamento, entretanto, após 4 semanas de destreinamento,  $\text{VO}_2$  máximo estabilizou-se em 5% acima em relação ao grupo controle. Godfrey et al (2005) verificaram que o  $\text{VO}_2$  máximo de um remador de nível olímpico declinou 8% após um período de destreinamento de 8 semanas. Especificamente na natação, Neufer et al (1987) perceberam que enquanto o  $\text{VO}_2$  máximo decresceu significativamente no grupo dos nadadores que reduziram seu programa de treinamento a uma sessão por semana, não foi observado decréscimo no  $\text{VO}_2$  máximo do grupo que manteve um treinamento de três sessões semanais.

Diante dos estudos apresentados, parece que três semanas de férias do treinamento é o suficiente para que os nadadores descansem da temporada, cuidem de outros interesses, e quando voltarem para iniciar a nova temporada ainda não terão perdido tanto as adaptações adquiridas na temporada anterior. A partir de quatro semanas de férias o nadador terá mais dificuldade na temporada seguinte, tendo que passar mais tempo se recondicionado do que evoluindo.

Sobre a relação entre variáveis fisiológicas e biomecânicas, Wakayoshi et al (1995) encontraram correlação entre o  $\text{VO}_2$  máximo e variáveis cinemáticas do nado, como a velocidade média do nado, a frequência de braçada e o comprimento de braçada. Grimston e Hay (1986) afirmam que um aumento na área de secção transversa da fibra muscular pode elevar os níveis de força resultando em um maior comprimento de braçada. Diversos trabalhos têm destacado a importância entre as relações da força e potência muscular com a velocidade dos nadadores, principalmente quando se referem às distâncias mais curtas de deslocamento (BARBOSA e ANDRIES JÚNIOR, 2006; SHARP et. al, 1982; JOHNSON et. al, 1993).

Embora tenham sido apresentados nesta revisão trabalhos que encontraram efeito prejudicial do destreinamento nas variáveis fisiológicas, não foi encontrado na literatura trabalhos que tenham investigado o efeito do destreinamento nas variáveis cinemáticas durante o nado. Porém, encontra-se na literatura as adaptações cinemáticas adquiridas com o treinamento e a relação entre variáveis fisiológicas e biomecânicas (BARBOSA e VILAS-BOAS, 2005). Ou seja, talvez as alterações nas variáveis fisiológicas possam ser acompanhadas por alterações nas variáveis cinemáticas.

### 3 METODOLOGIA

Neste trabalho foi utilizada uma metodologia baseada em cinemetria para obter variáveis cinemáticas (descritas adiante) em diferentes estratégias de respiração durante o nado crawl, antes e depois do período de destreinamento.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Quanto aos seus objetivos esta pesquisa caracterizou-se no modelo descritivo, de corte transversal (THOMAS e NELSON, 2007).

#### 3.2 AMOSTRA

Participaram deste estudo nove nadadores competitivos do gênero masculino com idade compreendida entre 13 e 25 anos, federados a essa modalidade há pelo menos dois anos, que tinham índice de participação em Campeonatos Brasileiros de categoria na temporada de 2011 (oito deles foram finalistas em pelo menos uma prova em uma das competições). Todos os nadadores realizaram cerca de seis sessões de treino por semana durante a temporada, e no período de destreinamento (5 semanas) todos os sujeitos não realizaram nenhuma sessão de treino. O perfil dos nadadores está detalhado na Tabela 1:

Tabela 1 - Características da amostra (n=9)

<b><i>Variáveis</i></b>	<b><i>Média ± desvio padrão</i></b>	<b><i>Min. - Máx.</i></b>
Idade (anos)	15,88 ± 4,42	13 - 25
Estatura (m)	1,75 ± 0,10	1,64 – 1,90
Envergadura (m)	1,84 ± 0,13	1,68 – 2,05
Massa Corporal (kg)	67,95 ± 10,56	53,30 – 83,00
Tempo de federado (anos)	6,22 ± 3,52	2 – 12
Volume de treino (km/semana)	33,11 ± 6,80	20 – 40

Para mensurar as variáveis antropométricas, foram utilizados respectivamente uma balança digital (divisões de 50 g), um estadiômetro (divisões de 0,5 cm) ambos da marca WELMY (Santa Barbara d'Oeste/SP, Brasil) e uma trena VONDER (São Paulo/SP, Brasil; resolução de 0,01 m). A obtenção dos valores antropométricos seguiram as recomendações de Guedes e Guedes (2006).

Antecedendo ao estudo, foi realizada uma explanação verbal a respeito dos procedimentos e dos riscos da pesquisa, conforme determinação do Conselho Nacional de Saúde (Resoluções 196/96 e 251/97). Aqueles que concordaram em participar deste estudo assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE A) e/ou termo de assentimento para menores (APÊNDICE B), no qual foram expostos os objetivos do trabalho para todos os participantes, sendo garantidos o anonimato e a confidencialidade dos dados. Este trabalho fez parte do projeto temático “Relação entre padrão de movimento respiratório e performance em nadadores”, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde desta Universidade sob registro de número 034/11 (ANEXO A).

### 3.3 COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada na piscina olímpica (50m) do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo em dois períodos. O primeiro período correspondeu à última semana de treinamento da temporada 2011 (3º semana de Dezembro) e o segundo período correspondeu à primeira semana da temporada 2012 (3º semana de Janeiro), totalizando 5 semanas de destreinamento.

#### 3.3.1 Ambiente de coleta de dados

Duas câmeras foram dispostas perpendicularmente ao eixo longitudinal da piscina de maneira a englobar o trecho a ser analisado posteriormente (15 metros), sendo a primeira posicionada a 12 metros da cabeceira principal, e a segunda 9 metros adiante, ambas a 90 cm do chão.

Uma vez posicionadas, as câmeras visualizavam o nadador na raia 1 a 25 metros de distância, além de dois cones que foram utilizados para facilitar a identificação dos quadros da imagem correspondente ao início e ao final do trecho nadado, sendo o primeiro cone posicionado nos 10 metros e o segundo posicionado nos 25 metros, a partir da cabeceira principal.

Vale ressaltar que a disposição das câmeras e a configuração das mesmas foram mantidas da etapa de calibração para a etapa do procedimento experimental. A figura 1 mostra o desenho esquemático do ambiente de coleta.

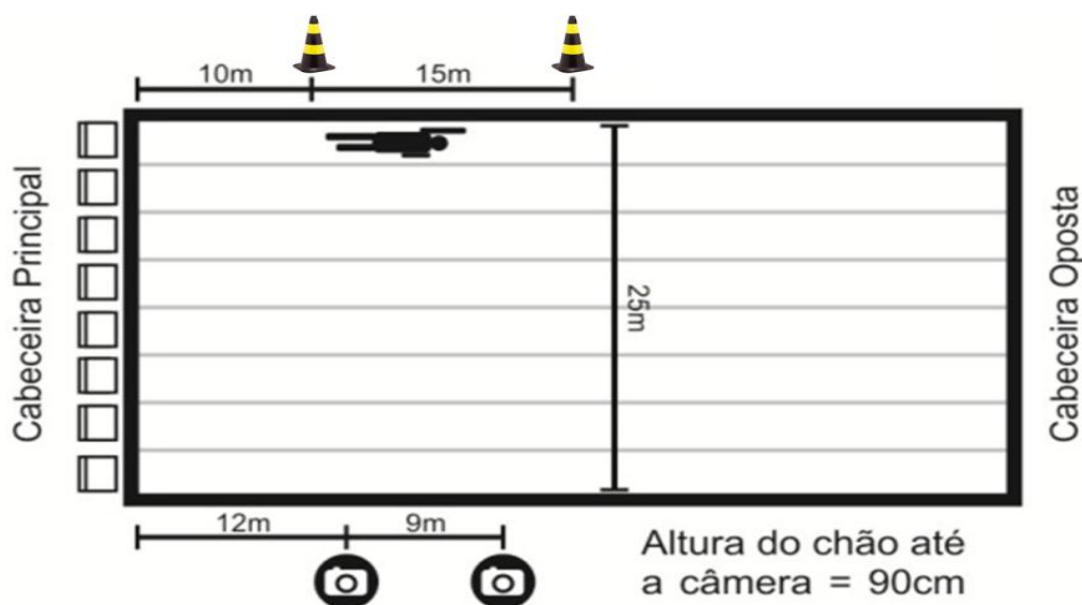


Figura 1 - Desenho esquemático do ambiente de coleta

### 3.3.2 Preparação dos voluntários

Todos os voluntários foram preparados pelo mesmo pesquisador, que aderiu fita isolante (largura de 1,7 cm) em ambos os punhos, próximo ao processo estilóide do rádio e da ulna de cada nadador (figura 2).





Figura 2 – Exemplo do marcador

### 3.3.3 Procedimento experimental

Uma vez preparado o ambiente de coleta, os participantes realizaram o aquecimento que normalmente fazem nas competições (600 metros com 60 a 90% da intensidade máxima de nado, estímulos de perna e educativo). Após o aquecimento, na iminência dos voluntários iniciarem a bateria de testes, estes foram orientados a utilizarem o centro de raia e nadar na máxima intensidade possível.

Após receberem as devidas instruções e orientações, foi iniciada a bateria de testes de forma individual. Cada voluntário realizou quatro repetições de 25 metros nado crawl descansando dois minutos entre as repetições, sendo que a primeira repetição compreendia realizar o percurso em apneia voluntária (AV), a segunda repetição compreendia realizar o percurso executando a respiração lateral apenas para o lado preferido a cada ciclo de braçada (LP), a terceira repetição compreendia realizar o percurso executando a respiração lateral apenas para o lado não-preferido a cada ciclo de braçada (LNP) e a quarta repetição compreendia em executar a respiração lateral a cada ciclo e meio de braçada alternando entre lado esquerdo e direito (RB). Cabe ressaltar que sete nadadores preferem respirar para o lado direito e os outros dois preferem respirar para o lado esquerdo.

## 3.4 OBTENÇÃO DAS IMAGENS

### 3.4.1 Aquisição das imagens

Foram utilizadas duas câmeras filmadoras digital JVC EVERIO GZ-HD500, apoiadas em dois tripés FANCIER WF-FT-6102. Após posicionar as câmeras, o pesquisador configurou as câmeras com os seguintes parâmetros: resolução temporal de 30 Hz; resolução espacial de 1920 x 1080; 2x de *zoom*; imagem colorida; foco manual. Uma vez ajustados os parâmetros das câmeras, estes foram mantidos inalterados durante todo o procedimento de aquisição das imagens, garantindo os mesmos parâmetros para todos os voluntários.

É importante mencionar que no momento de analisar as imagens, estas foram desentrelaçadas, ou seja, a resolução temporal dos arquivos durante a análise passou para 60 Hz.

### 3.4.2 Sincronização das câmeras

Como as câmeras começaram a gravar em momentos diferentes (não possuem um sistema próprio para sincronizá-las), foi necessário realizar a sincronização das câmeras de maneira manual. Para isso foi utilizado o evento de “bater palma”, que por sua vez era visto por todas as câmeras. Portanto, o quadro da imagem em que as mãos do pesquisador se encostavam em ambas as câmeras, era considerado o instante da sincronização. A figura 3 ilustra o instante da sincronização entre as câmeras.

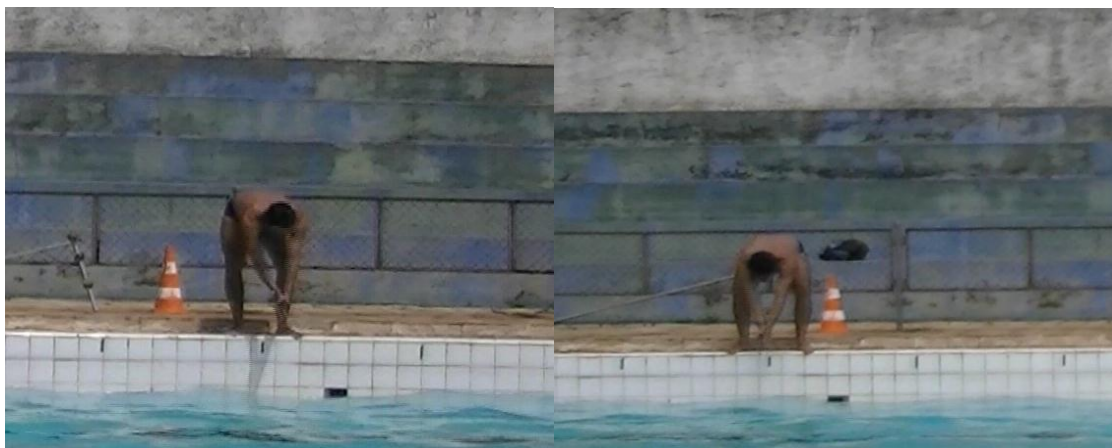


Figura 3 - Instante da sincronização entre as câmeras

### 3.4.3 Transferência, conversão e armazenamento dos dados

As imagens registradas foram transferidas para o computador através de um cabo USB. Ao armazenar os arquivos de formato AVCHD (*Advanced Video Codec High Definition*), essas imagens foram convertidas para formato de arquivo AVI (*Audio Vídeo Interlaced*) no software *Adobe Premiere Elements® 10* (San Jose, CA, USA), utilizando os mesmos parâmetros que estavam configurados nas câmeras. Essa conversão se fez necessária, uma vez que o software escolhido para fazer a análise das imagens só trabalha com arquivo de vídeo no formato AVI.

## 3.5 DESCRIÇÃO DO SISTEMA

Foi escolhido o sistema desenvolvido no Laboratório de Instrumentação para Biomecânica da Faculdade de Educação Física da UNICAMP, denominado *Dvideow* – *Digital Vídeo for Biomechanics for Windows* (BARROS et al., 1999; FIGUEROA et al., 2003). Esse sistema é caracterizado por não exigir equipamentos dedicados permitindo a utilização de instrumentos de grande simplicidade de operação, baixo custo, e encontrados facilmente no mercado (BARROS et al., 1999).

O software *Dvideow* foi utilizado para obter as coordenadas bidimensionais (X, Y) do marcador (indicado pela seta na figura 4) nas imagens digitais projetadas no monitor do computador. Para isso, o pesquisador clicava com o mouse em cima do marcador aderido ao punho do nadador, apenas no quadro da imagem que correspondia à iminência da entrada do punho na água.



Figura 4 - Quadro da imagem correspondente à iminência da entrada do punho na água usado para obter as coordenadas de tela (X, Y) do marcador

### 3.5.1 Calibração das câmeras

Para esse trabalho foi escolhido o método de calibração denominado de homografia (HARTLEY e ZISSERMAN, 2003). O calibrador foi composto por uma haste metálica em forma “L” (Figura 5), na qual uma parte da haste foi apoiada na borda da piscina e a outra parte ficou suspensa perpendicularmente a superfície da água, essa parte da haste continha três esferas com distâncias conhecidas entre si. Com isso o plano (raia destinada a realização do procedimento experimental) era calibrado verticalmente (utilizando as esferas) e horizontalmente (posicionando a haste a cada metro). É importante mencionar que a distância entre as esferas, bem como a distância a cada metro (para posicionar a haste) era mensurada imediatamente antes do procedimento experimental, seguido da obtenção das imagens do

calibrador (figura 6). Concluída essa etapa, a haste era retirada para que desse início ao procedimento experimental.

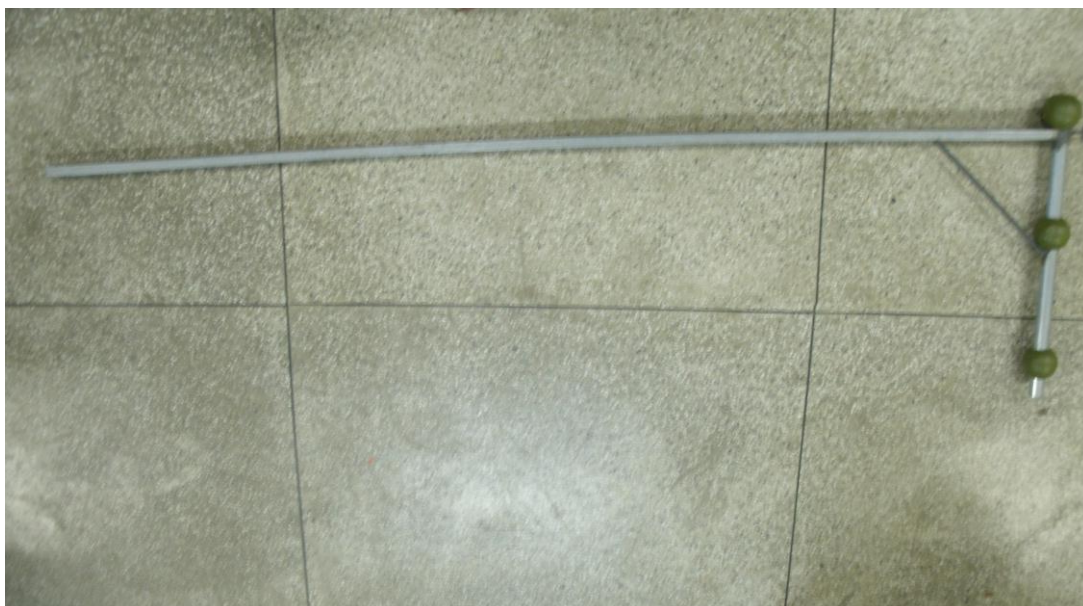


Figura 5 – Calibrador



Figura 6 - Quadro da imagem exemplificando um instante de calibração no momento em que a haste encontrava-se posicionada

### 3.5.2 Teste para avaliar a calibração

Para avaliar a calibração obtida pelo sistema, os marcadores da haste foram reconstruídos e suas coordenadas bidimensionais foram comparadas às coordenadas obtidas pelas medições diretas encontradas na matriz de referência. Em situações onde a diferença encontrada era maior que um centímetro, o arquivo de calibração foi refeito. Caso erro persistisse era solicitado que o nadador voltasse no dia seguinte para repetir o procedimento experimental.

### 3.5.3 Avaliação da acurácia do sistema

A acurácia do sistema foi determinada pela reconstrução do movimento (figura 8) de um corpo rígido (figura 7) com dois marcadores fixos sobre ele, sendo calculada a distância entre dois marcadores de maneira direta, e a partir das coordenadas bidimensionais obtidas pelo sistema *Dvideow*. A acurácia ( $a$ ) foi estimada pela seguinte expressão:

$$a^2 = b^2 + p^2 \quad (1)$$

em que  $b$  é o erro sistemático, isto é, a diferença entre o valor médio observado e o valor esperado (bias), e  $p$  é a precisão, dada pelo desvio-padrão das medidas. A acurácia do sistema foi 1,94 cm, o que representa um erro de 4,49% na medida.





Figura 7 – Corpo rígido



Figura 8 - Quadro da imagem exemplificando um instante do movimento do corpo rígido na raia onde o atleta nadou em seguida

### 3.5.4 Reconstrução bidimensional das coordenadas

Após rastrear os marcadores e obter os parâmetros de transformação (calibração), os registros foram reconstruídos obtendo as coordenadas bidimensionais do marcador durante as repetições do nado crawl. Ao final da reconstrução foram gerados arquivos em formato 2D, constituídos por uma matriz com as coordenadas X, Y (valores em centímetros) do marcador em função do tempo.

### 3.6 VARIÁVEIS

As variáveis cinemáticas do nado foram obtidas conforme as equações abaixo a partir de rotinas desenvolvidas no software *Matlab® 7.8* (Natick, MA, USA):

1. Tempo do nado ( $T$ ) - O tempo do nado foi obtido através da imagem identificando o primeiro quadro em que a cabeça do nadador estava perpendicular ao meio do primeiro cone ( $Q_i$ ) até o primeiro quadro em que a cabeça do nadador estava perpendicular ao meio do segundo cone ( $Q_f$ ). Sabendo então o intervalo entre os quadros da imagem, esse valor era dividido por 60, obtendo então o tempo do nado em segundos.

$$T = \frac{Q_f - Q_i}{60} \quad (2)$$

2. Velocidade média do nado ( $VN$ ) - A  $VN$  foi obtida pelo quociente entre a distância nadada ( $DN$ ) e o tempo do nado ( $T$ ).

$$VN = \frac{DN}{T} \quad (3)$$

Sendo que a distância nadada compreende da marcação feita por um cone nos 10 metros a partir da cabeceira principal da piscina até o outro cone que marcava os 25 metros.

3. Frequência de braçada ( $FB$ ) – A  $FB$  foi calculada dividindo-se o número de ciclos de braçadas realizados ( $NC$ ) pelo tempo para realizar estes ciclos ( $TC$ ):

$$FB = \frac{NC}{TC} \quad (4)$$

O número de ciclos de braçada realizados foi contado pelo pesquisador através da imagem, considerando o espaço demarcado entre os cones. A contagem era iniciada no quadro da imagem que correspondia à iminência (quando o marcador era visto pela última vez antes de desaparecer na água) da primeira entrada do



punho na água até o quadro da imagem que correspondia à iminência da última entrada do mesmo punho na água. Já o tempo para realizar os ciclos foi obtido através da diferença de quadros iminente a primeira e última entrada do mesmo punho na água. Sabendo então o intervalo entre os quadros da imagem, esse valor era dividido por 60, obtendo então o tempo para realizar os ciclos em segundos.

4. Comprimento de braçada ( $CB$ ) – Foi mensurado pela distância horizontal percorrida durante cada ciclo completo de braçada, obtido a partir das coordenadas do punho.

$$CB = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (5)$$

Onde,  $x_1$  e  $y_1$  correspondem às coordenadas do punho na iminência da entrada na água, no início do ciclo de braçada; e  $x_2$  e  $y_2$  correspondem às coordenadas do punho na iminência da entrada na água, no final do ciclo de braçada. Devido à possível influência da envergadura sobre o comprimento de braçada (PEREZ et al., 2011), foi necessário normaliza-lo para fins estatísticos, efetuando a razão entre o comprimento de braçada e a envergadura (CASTRO et al., 2005), obtendo então o comprimento de braçada corrigido ( $CBc$ ).

5. Tempo de braçada ( $TB$ ) – Foi obtido através da identificação do quadro da imagem que correspondia à iminência da entrada do punho na água no início do ciclo de braçada ( $Q_1$ ) até o quadro da imagem que correspondia à iminência da entrada do mesmo punho na água no final do ciclo de braçada ( $Q_2$ ). Sabendo então o intervalo entre os quadros da imagem, esse valor era dividido por 60, obtendo então o tempo de braçada em segundos.

$$TB = \frac{Q_2 - Q_1}{60} \quad (6)$$

6. Velocidade de braçada ( $VB$ ) – Essa variável foi obtida pela razão entre o  $CB$  e o  $TB$ , conforme a equação abaixo:

$$VB = \frac{CB}{TB} \quad (7)$$

### 3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Depois de obter as variáveis, foi extraída a média de cada sujeito em cada variável, em cada estratégia de respiração, em ambos os períodos (treinado e destreinado). Em seguida foram realizadas as inferências sempre precedidas pelo teste de normalidade (*Kolmogorov-Smirnov*) e igualdade das variâncias (teste de *Levene*).

Para saber se o comportamento das variáveis cinemáticas do nado foi diferente entre as diferentes estratégias de respiração durante o nado crawl, foi aplicado o teste para amostras paramétricas e dependentes *One way Repeated Measures Analysis of Variance* seguido do *post-hoc* de *Tukey* quando havia diferença estatística significativa entre as diversas estratégias de respiração durante o nado crawl, quando os dados passavam pela normalidade e havia igualdade das variâncias entre os grupos. Quando isso não aconteceu foi utilizado o teste para amostras não- paramétricas e dependentes *Friedman Repeated Measures Analysis of Variance on Ranks* seguido do *post-hoc* de *Dunn's*.

Já para saber se o destreinamento foi capaz de alterar o comportamento das variáveis cinemáticas do nado nas diferentes estratégias de respiração durante o nado crawl, foi aplicado o teste para amostras paramétricas e dependentes *Paired t-test* quando os dados passaram pela normalidade. Quando isso não aconteceu, foi aplicado o teste para amostras não-paramétricas e dependentes *Wilcoxon Signed Rank Test*.

Todas as análises foram realizadas no software *SigmaStat® 3.5* (San Jose, CA, USA) adotando o nível de significância de 5%.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 COMPARAÇÃO ENTRE AS ESTRATÉGIAS DE RESPIRAÇÃO

Na figura 9 é apresentado o tempo do nado nas quatro estratégias de respiração (AV, LP, LNP e RB) no período treinado. Ao realizar a análise estatística detectou-se que o tempo do nado na estratégia de AV foi significativamente menor quando comparado com as estratégias de LNP ( $p = 0,006$ ) e RB ( $p = 0,0019$ ). Embora não tenha encontrado diferença significativa, no gráfico é possível perceber uma tendência de que o tempo do nado na estratégia de LP é maior do que na estratégia de AV.

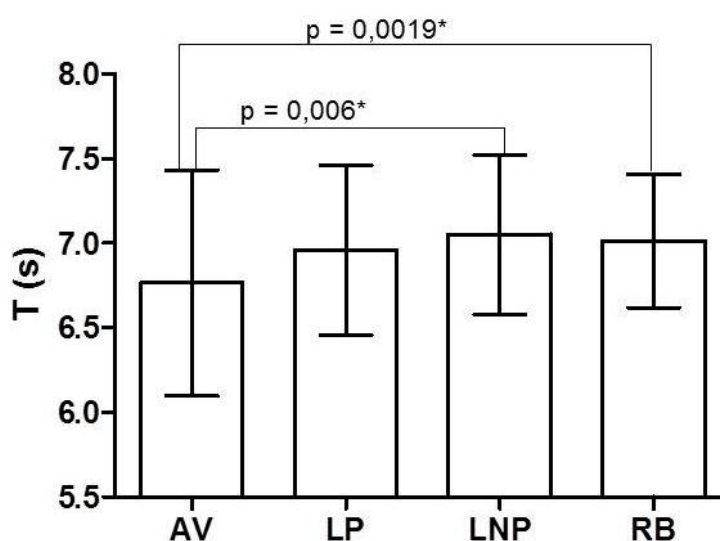


Figura 9 – Tempo do nado referente ao período treinado nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB)

Na figura 10 é exposto a velocidade média do nado no período treinado nas quatro estratégias de respiração (AV, LP, LNP e RB). Ao analisar estatisticamente foi encontrado que a velocidade média do nado na estratégia de AV foi significativamente maior quando comparada com as estratégias de LNP ( $p = 0,003$ ) e RB ( $p = 0,007$ ). Apesar de não ter encontrado diferença significativa, no gráfico é possível perceber uma tendência de que a velocidade média do nado na estratégia de AV é maior do que na estratégia de LP.

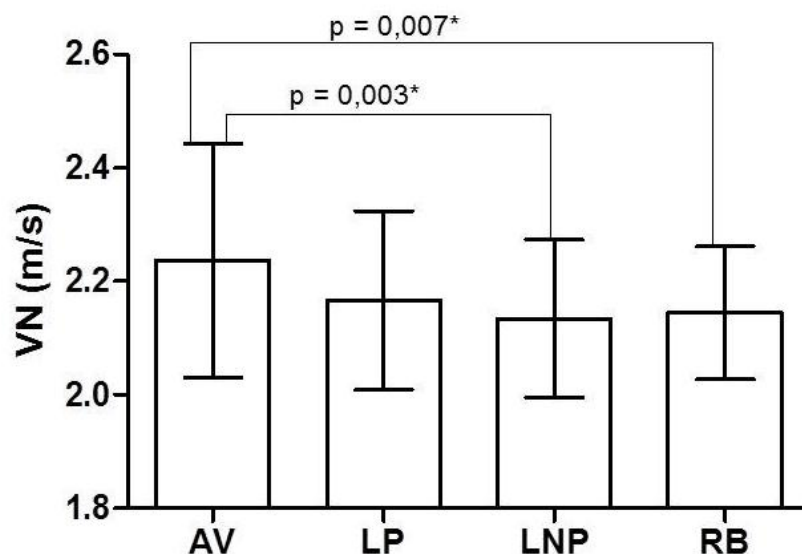


Figura 10 – Velocidade média do nado referente ao período treinado nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB)

Em relação a frequência de braçada, os valores obtidos nas quatro estratégias de respiração (AV, LP, LNP e RB) no período treinado apresentam-se na figura 11. Ao realizar a análise estatística dos dados, detectou-se que a estratégia de AV foi significativamente maior quando comparada com as estratégias de LNP ( $p = 0,001$ ), RB ( $p = 0,001$ ) e LP ( $p = 0,0019$ ).

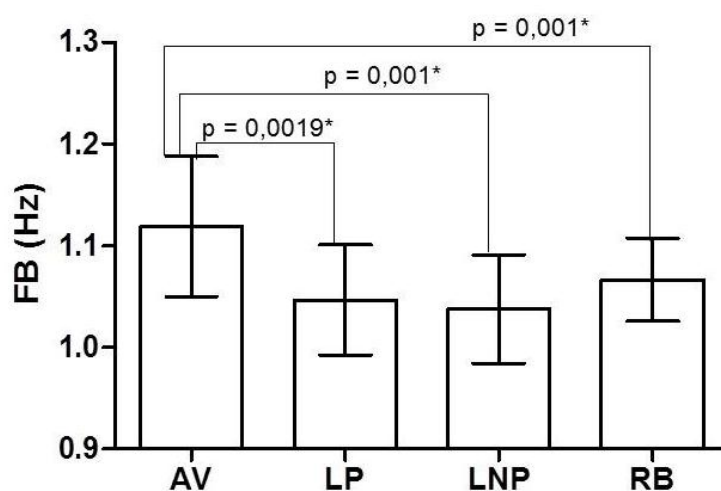


Figura 11 – Frequência de braçada referente ao período treinado nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB)

A figura 12 ilustra o tempo de braçada nas quatro estratégias de respiração (AV, LP, LNP e RB) no período treinado. Ao analisar estatisticamente detectou-se que o tempo de braçada na estratégia de AV foi significativamente menor quando comparado com as estratégias de LNP ( $p = 0,001$ ), RB ( $p = 0,0019$ ) e LP ( $p = 0,001$ ).

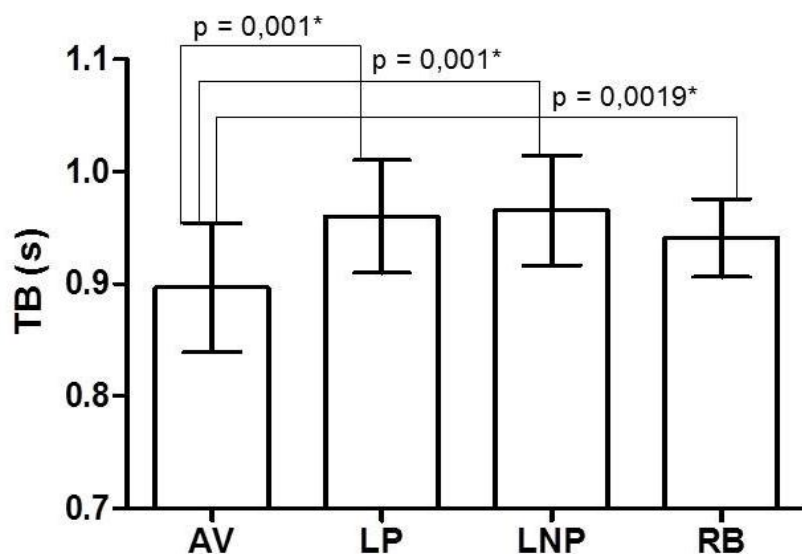


Figura 12 – Tempo de braçada referente ao período treinado nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB)

Na figura 13 é apresentado o comprimento de braçada nas quatro estratégias de respiração (AV, LP, LNP e RB) no período treinado. Ao realizar a análise estatística entre as estratégias de respiração detectou-se diferença significativa ( $p = 0,0042$ ), porém o teste de post hoc de Tukey não conseguiu indicar entre quais estratégias havia diferença significativa. Desta forma o resultado encontrado será interpretado apenas como tendência.

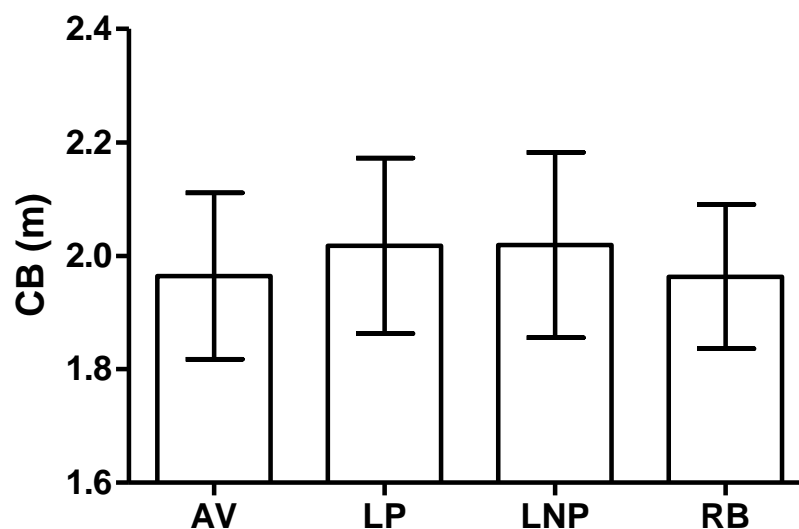


Figura 13 – Comprimento de braçada referente ao período treinado nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB)

A figura 14 exibe a velocidade de braçada nas quatro estratégias de respiração (AV, LP, LNP e RB) no período treinado. Ao realizar a análise estatística detectou-se que a velocidade de braçada na estratégia de AV foi significativamente maior quando comparada com as estratégias de LNP ( $p = 0,002$ ), RB ( $p = 0,001$ ) e LP ( $p = 0,005$ ).

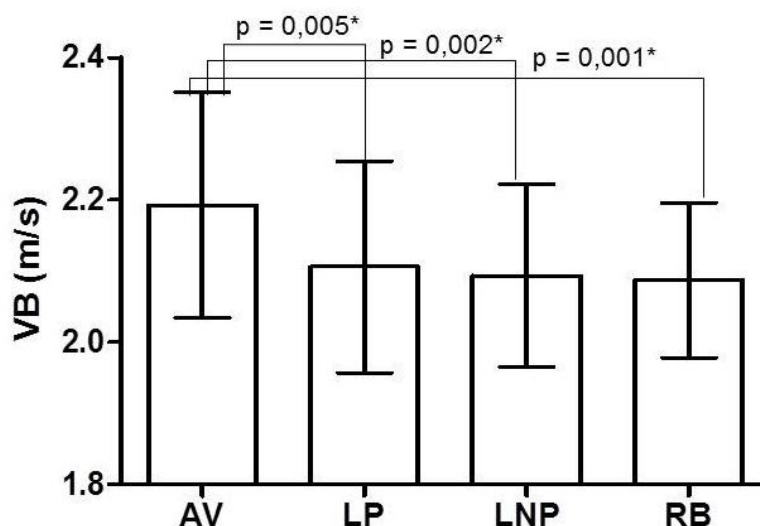


Figura 14 – Velocidade de braçada referente ao período treinado nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB)

Apesar das diferenças encontradas no período treinado, ao analisar o período destreinado não foi percebida diferença significativa entre as estratégias de respiração em nenhuma das variáveis cinemáticas. Mesmo assim, houve uma tendência do tempo do nado ser menor na estratégia de apneia voluntária (figura 15); a velocidade média do nado ser maior na estratégia de apneia voluntária (figura 16); a frequência de braçada ser maior na estratégia de respiração bilateral (figura 17); o tempo de braçada ser menor na estratégia de apneia voluntária e respiração bilateral (figura 18); o comprimento de braçada ser menor na estratégia de respiração bilateral (figura 19); e a velocidade de braçada ser maior na estratégia de apneia voluntária e respiração bilateral (figura 20). A partir destes resultados, percebeu-se que há uma tendência da estratégia de respiração bilateral ser tão eficiente quanto a estratégia de apneia voluntária, assim como a estratégia de respiração para o lado não preferido ser tão eficiente quanto a estratégia de respiração para o lado preferido.

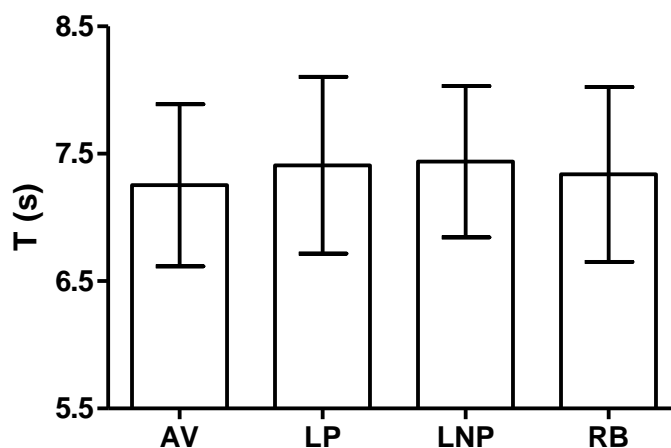


Figura 15 – Tempo do nado referente ao período destreinado nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB)

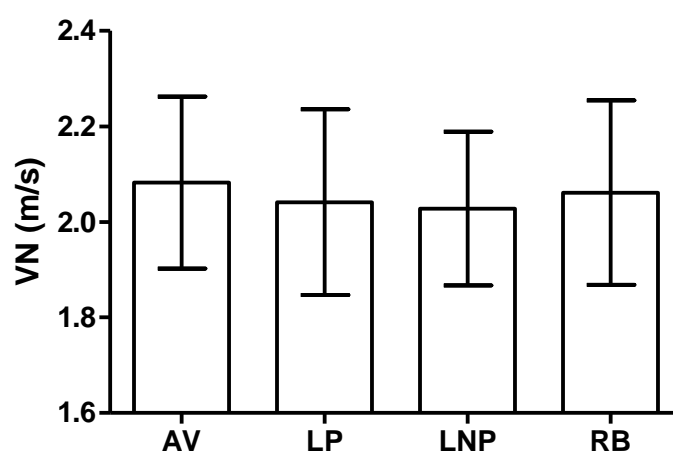


Figura 16 – Velocidade média do nado referente ao período destreinado nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB)

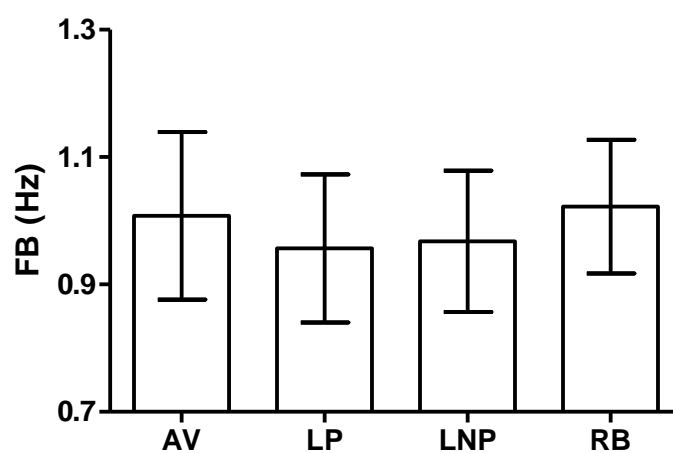


Figura 17 – Frequência de braçada referente ao período destreinado nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB)



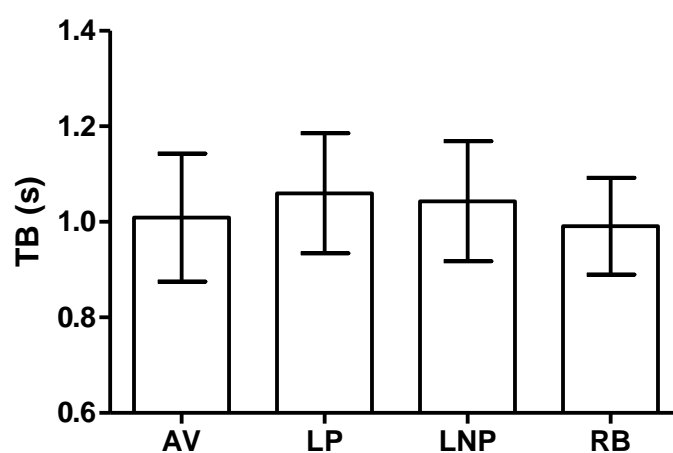


Figura 18 – Tempo de braçada referente ao período destreinado nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB)

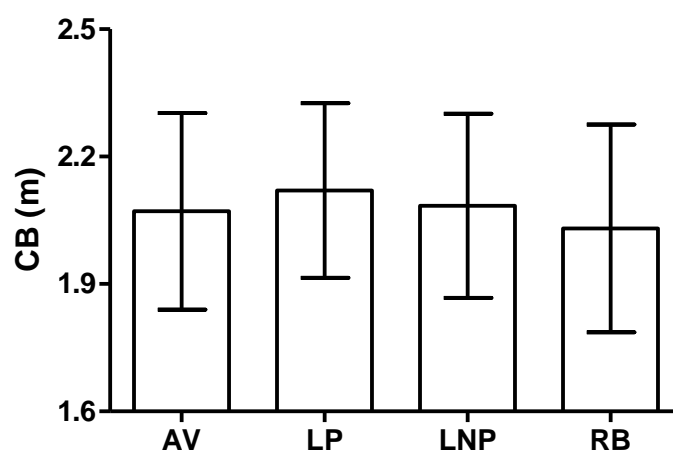


Figura 19 – Comprimento de braçada referente ao período destreinado nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB)

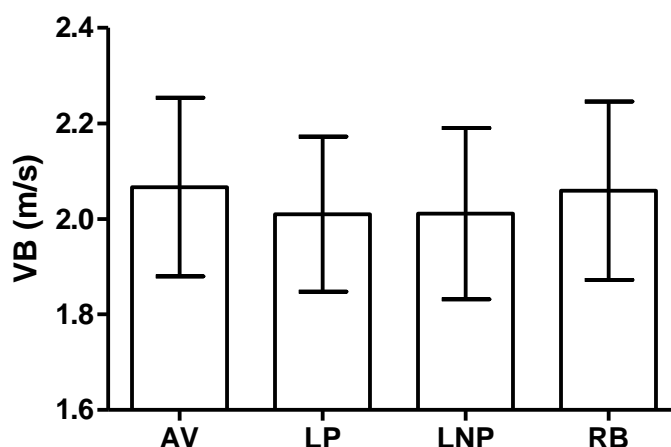


Figura 20 – Velocidade de braçada referente ao período destreinado nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB)

#### 4.2 COMPARAÇÃO ENTRE O PERÍODO TREINADO E DESTREINADO

Na figura 21 é apresentado o tempo do nado nas quatro estratégias de respiração (AV, LP, LNP e RB) tanto no período treinado como no período destreinado. Ao realizar a análise estatística percebeu-se que após cinco semanas de destreinamento o tempo do nado aumentou significativamente nas estratégias de AV ( $p = 0,004^*$ ), LP ( $p = 0,02^*$ ), LNP ( $p = 0,008^*$ ).

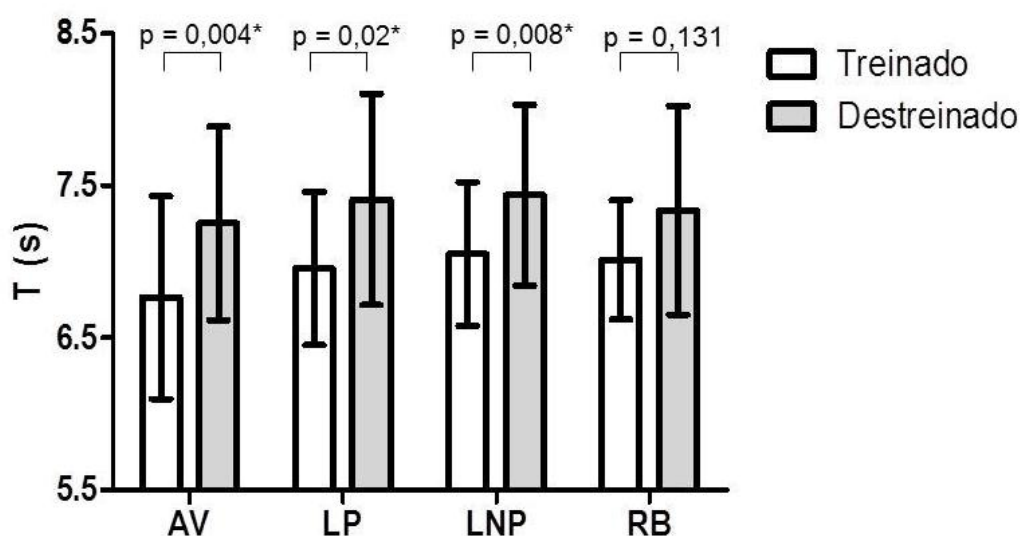


Figura 21 – Tempo do nado em ambos os períodos (treinado e destreinado) nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB)

Na figura 22 é exposto a velocidade média do nado nas quatro estratégias de respiração (AV, LP, LNP e RB) tanto no período treinado como no período destreinado. Ao analisar estatisticamente percebeu-se que após cinco semanas de destreinamento a velocidade média do nado diminuiu significativamente nas estratégias de AV ( $p = 0,004$ ), LP ( $p = 0,027$ ), LNP ( $p = 0,008$ ).

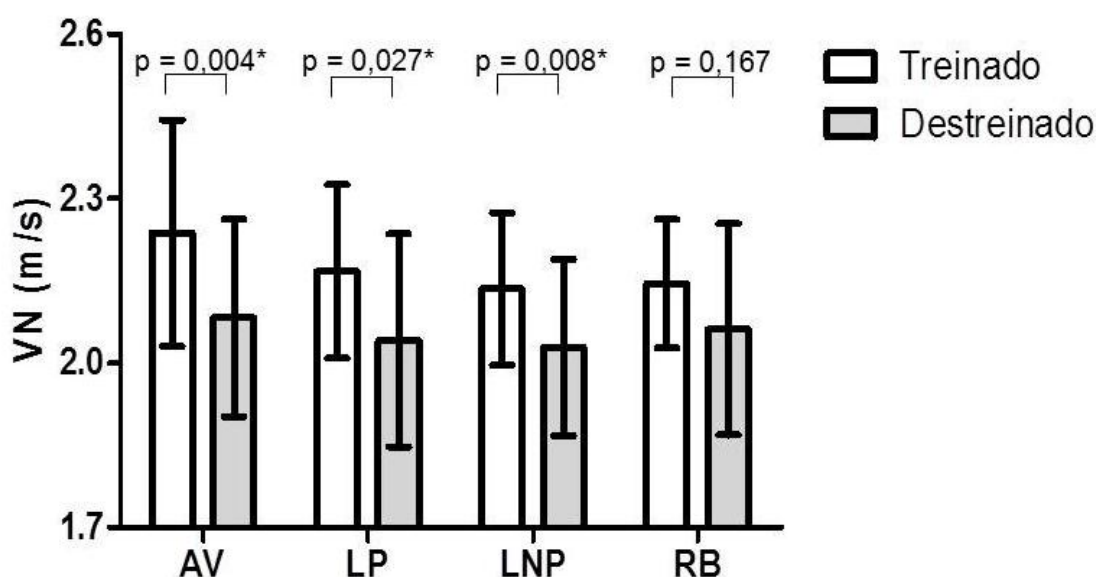


Figura 22 – Velocidade média do nado em ambos os períodos (treinado e destreinado) nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB)

Na figura 23 é exibida a frequência de braçada nas quatro estratégias de respiração (AV, LP, LNP e RB) tanto no período treinado como no período destreinado. Ao realizar a análise estatística percebeu-se que após cinco semanas de destreinamento a frequência de braçada diminuiu significativamente nas estratégias de AV ( $p = 0,023$ ), LP ( $p = 0,017$ ), LNP ( $p = 0,046$ ).

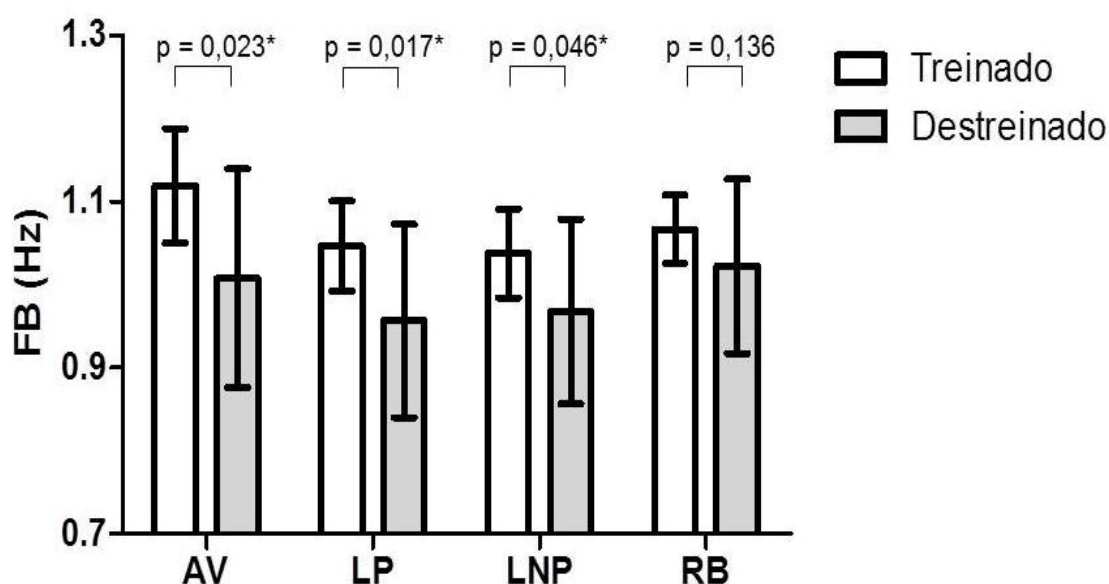


Figura 23 – Frequência de braçada em ambos os períodos (treinado e destreinado) nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB)

Em relação ao tempo de braçada, os valores obtidos nas quatro estratégias de respiração (AV, LP, LNP e RB) tanto no período treinado como no período destreinado apresentam-se na figura 24. Ao analisar estatisticamente percebeu-se que após cinco semanas de destreinamento o tempo de braçada aumentou significativamente nas estratégias de AV ( $p = 0,032^*$ ) e LP ( $p = 0,012^*$ ). Embora não tenha encontrado diferença significativa, no gráfico é possível perceber uma tendência de que o tempo de braçada também aumentou na estratégia de LNP.

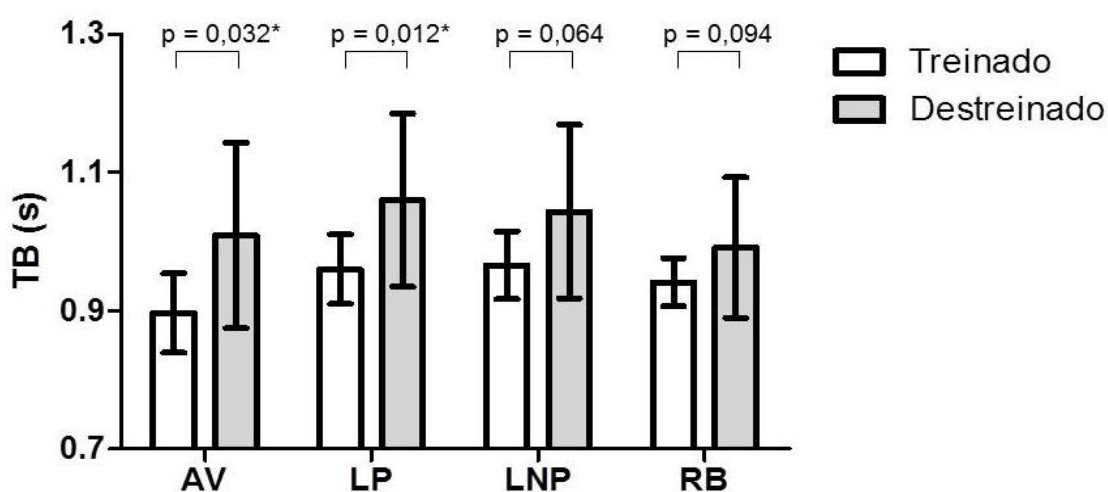


Figura 24 – Tempo de braçada em ambos os períodos (treinado e destreinado) nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB)

A figura 25 ilustra o comprimento de braçada nas quatro estratégias de respiração (AV, LP, LNP e RB) tanto no período treinado como no período destreinado. Ao realizar a análise estatística percebeu-se que após cinco semanas de destreinamento o comprimento de braçada aumentou significativamente apenas na estratégia de LP ( $p = 0,027$ ). Embora não tenha encontrado diferença significativa, no gráfico é possível perceber uma tendência de que o comprimento de braçada também aumentou na estratégia de AV.

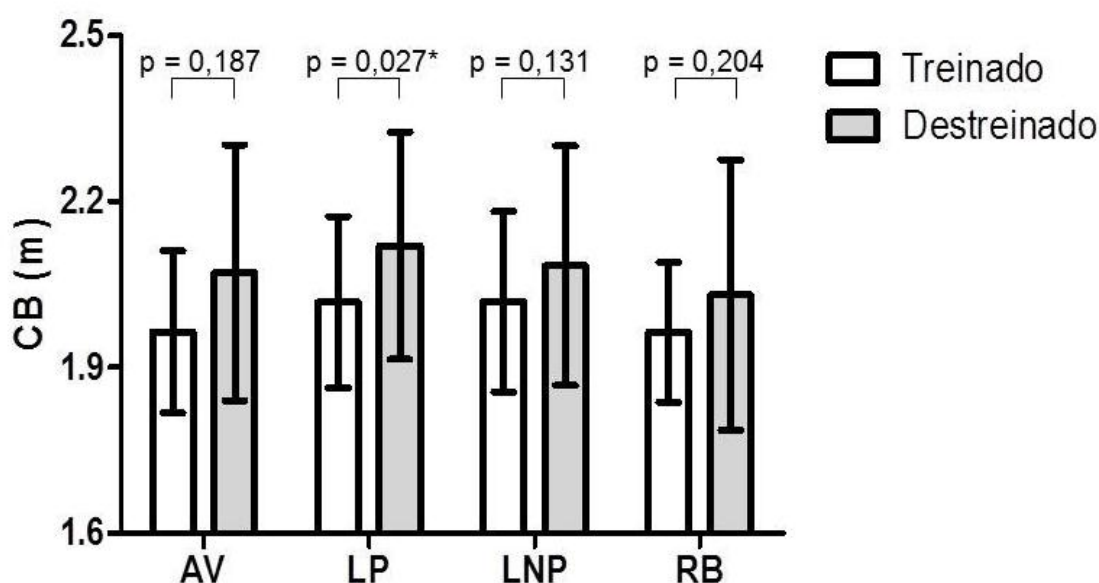


Figura 25 – Comprimento de braçada em ambos os períodos (treinado e destreinado) nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB)

A figura 26 exibe a velocidade de braçada nas quatro estratégias de respiração (AV, LP, LNP e RB) tanto no período treinado como no período destreinado. Ao analisar estatisticamente percebeu-se que após cinco semanas de destreinamento a velocidade de braçada diminuiu significativamente nas estratégias de AV ( $p = 0,027$ ) e LP ( $p = 0,041$ ). Embora não tenha encontrado diferença significativa, no gráfico é possível perceber uma tendência de que a velocidade de braçada também diminuiu na estratégia de LNP.

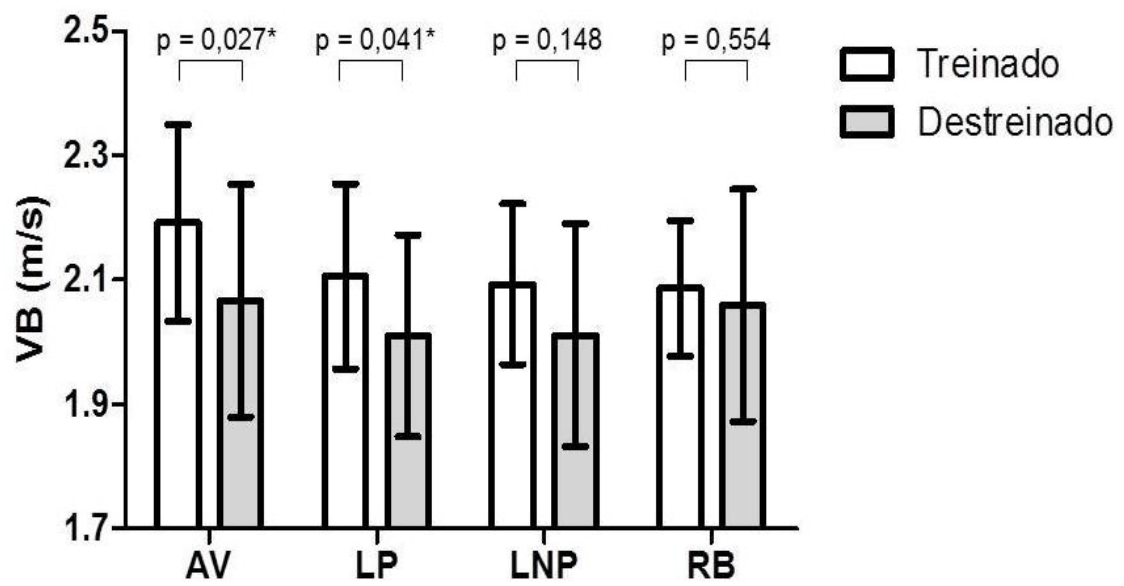


Figura 26 – Velocidade de braçada em ambos os períodos (treinado e destreinado) nas estratégias de respiração de apneia voluntária (AV), lado preferido (LP), lado não preferido (LNP) e respiração bilateral (RB)

## 5 DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que no período treinado o comportamento das variáveis cinemáticas foi diferente entre as estratégias de respiração adotadas no desempenho do nado crawl, exceto para a variável comprimento de braçada.

O tempo do nado foi significativamente menor e a velocidade média do nado foi significativamente maior na estratégia de apneia voluntária quando comparado com a respiração para o lado não preferido e respiração bilateral, corroborando com os achados de Apolinário et al (2012). A vantagem de se nadar em apneia voluntária pode ser explicada devido a não execução da inspiração, logo, economiza-se tempo e diminui a oscilação do tronco, implicando em menos arrasto. Por outro lado, quando comparada a estratégia de apneia voluntária com a estratégia de respiração para o lado preferido não foi encontrado diferença significativa, não corroborando com os achados de outros trabalhos (APOLINÁRIO et al., 2012; CASTRO e GUIMARÃES, 2006). Uma possível explicação para isto pode estar relacionada ao fato dos nadadores deste estudo serem mais novos quando comparados com os de Castro e Guimarães (2006), além de nem todos terem sido medalhistas de campeonatos nacional, como no trabalho de Apolinário et al (2012).

A frequência de braçada foi significativamente maior na estratégia de apneia voluntária quando comparada com as demais estratégias de respiração, resultado esse também encontrado por Apolinário et al (2012). Isso pode ser explicado pelo fato do atleta não executar a inspiração, permitindo assim realizar a braçada em menor intervalo de tempo (MADUREIRA, 2006; SILVA, 2008). Essa explicação pode ser comprovada pelo fato do tempo de braçada ter sido significativamente menor na estratégia de apneia voluntária quando comparado com as demais estratégias de respiração.

Em relação ao resultado encontrado na variável comprimento de braçada, não foi encontrada diferença estatística, corroborando com os achados de Apolinário (2010). Apesar disto, a tendência é que a estratégia de apneia voluntária não seja diferente da estratégia de respiração bilateral e que a estratégia de respiração para

o lado preferido não seja diferente da respiração para o lado não preferido, corroborando com a tendência apresentada por Apolinário (2010).

Sabe-se que o aumento ou a diminuição da velocidade média do nado pode ser alcançado com incremento/diminuições da frequência de braçada e com incremento/diminuição do comprimento de braçada (MAZZOLA et al., 2008). Neste trabalho, a velocidade média do nado e a frequência de braçada foram maiores na estratégia de apneia voluntária e o comprimento de braçada não foi alterado em função da estratégia de respiração. Diante disto, o fato da velocidade média do nado ter sido maior em apneia voluntária foi devido então ao incremento da frequência de braçada. Castro et al. (2005) também encontraram como estratégia mais utilizada para incremento agudo da velocidade média do nado um aumento significativo da frequência de braçada, mesmo não sendo uma estratégia econômica.

Como na estratégia de apneia voluntária o tempo de braçada foi significativamente menor e o comprimento de braçada não foi estatisticamente diferente das estratégias de respiração, logo a velocidade de braçada foi significativamente maior quando comparado com as demais estratégias de respiração, confirmando o resultado obtido.

Em relação ao lado preferido e não preferido, em nenhuma das variáveis foi encontrada diferença significativa entre essas duas estratégias, corroborando com outros trabalhos (SEIFFERT et al, 2008; APOLINÁRIO et al, 2012). Moré et al (2007a) ao analisarem o pico de força da braçada também não encontraram diferença entre o lado preferido e o não preferido. Este resultado pode ser explicado pelo mais elevado nível técnico dos nadadores analisados e pela maior experiência competitiva dos mesmos, o que, teoricamente, lhes confere uma técnica mais apurada e, conseqüentemente, um menor desequilíbrio entre as braçadas (MOREÉ et al, 2007b).

De maneira geral estes resultados sugerem que no período treinado a estratégia de respiração mais eficiente foi a de apneia voluntária, pois o tempo do nado foi menor, a velocidade média do nado foi maior, a frequência de braçada foi maior, o tempo de braçada foi menor e a velocidade de braçada foi maior.



Já em relação ao período destreinado, os resultados mostraram que o comportamento das variáveis cinemáticas não apresentou diferença entre as estratégias de respiração adotadas no desempenho do nado crawl. Esse achado não era esperado e pode ser interessante para o treinador, uma vez que durante o período básico pode trabalhar nos seus atletas as diferentes estratégias de respiração pensando no futuro deles.

Relacionado ao efeito do destreinamento, os resultados mostraram que após cinco semanas de destreinamento o comportamento das variáveis cinemáticas foi alterado nas diferentes estratégias de respiração adotadas no desempenho do nado crawl, exceto na estratégia de respiração bilateral.

Como não há na literatura trabalhos que tenham investigado o efeito do destreinamento nas variáveis cinemáticas, os resultados deste trabalho serão discutidos considerando o princípio da reversibilidade do treinamento desportivo.

Na estratégia de apneia voluntária o tempo do nado e o tempo de braçada aumentaram, por outro lado, a velocidade média do nado, a frequência de braçada, e a velocidade de braçada diminuíram. Com o treinamento a velocidade média do nado aumenta, logo, com o destreinamento era esperado que a velocidade média do nado diminuísse, e foi justamente o que aconteceu. A explicação está relacionada à diminuição da frequência de braçada, uma vez que o comprimento de braçada não sofreu alteração após cinco semanas de destreinamento.

Na estratégia de respiração para o lado preferido o tempo do nado, o tempo de braçada e o comprimento de braçada aumentaram, por outro lado, a velocidade média do nado, a frequência e a velocidade de braçada diminuíram. Como essa era a estratégia de respiração preferida dos nadadores e a estratégia mais utilizada durante as sessões de treino, talvez essa estratégia não sofresse alteração após o período de destreinamento, mas não foi o que aconteceu. Após cinco semanas de destreinamento o desempenho do nado diminuiu, e a explicação para isso está relacionada à diminuição da frequência e da velocidade de braçada, que acabou repercutindo na diminuição da velocidade média de nado.

Na estratégia de respiração para o lado não preferido o tempo do nado aumentou, por outro lado, a velocidade média do nado e a frequência de braçada diminuíram. Com o destreinamento, percebeu-se então que o desempenho do nado diminuiu, e a explicação para isso está relacionada à diminuição da frequência de braçada, uma vez que o comprimento de braçada, o tempo de braçada e a velocidade de braçada não sofreram alteração.

A estratégia de respiração bilateral foi a única a não apresentar alteração nas variáveis cinemáticas após o período de destreinamento. Uma das possíveis explicações para isso pode estar relacionada a manutenção do equilíbrio do nado (GONZALÉS, 2001). Potts et al (2002) observaram que nadadores que usavam a respiração bilateral geraram valores de potência mais equilibrados entre os membros superiores durante o exercício de natação no banco quando comparado aos nadadores que utilizavam a estratégia da respiração unilateral. Seiffert et al (2005b) encontraram em maior parte dos nadadores assimetria na coordenação entre os braços, sendo mais acentuada durante a respiração unilateral. Além disso, Lerda e Cardelli (2003) citam que há uma relação entre a coordenação para executar a respiração com o nível técnico do nadador. Nadadores mais experientes têm uma habilidade maior em coordenar a braçada, a inspiração, o equilíbrio do corpo, e a propulsão, dando continuidade ao nado (CARDELLI et al., 2000).

Sabendo das adaptações geradas pelo destreinamento, bem como a importância da especificidade do exercício, as alterações nas variáveis cinemáticas após cinco semanas de destreinamento possivelmente podem ser explicadas através da fisiologia aplicada aos exercícios de alta intensidade e curta duração. Como neste estudo as repetições de nado crawl foram realizadas em máxima intensidade numa distância curta (25 metros), as alterações cinemáticas possivelmente podem ser explicadas pela diminuição da área de secção transversa das fibras de contração rápida (MUJICA e PADILLA, 2001b), diminuição da ativação neural (NARICI et al., 1989), diminuição da potência do nado (NEUFER et al., 1987), diminuição da sensibilidade com a água e interrupção da ação muscular específica (POUSSON et al., 1999).

Embora este trabalho tenha apresentado diversos resultados, também apresentou limitações como a amostra heterogênea devido ao número reduzido de atletas no estado e a falta de interesse dos mesmos em participar da pesquisa, o que acarretou em uma abrangência maior nas diversas categorias existentes. Além disso, como a análise foi bidimensional pode ser que o nadador não tenha executado as repetições de nado crawl no plano calibrado.

Considerando as limitações desse estudo e a abrangência desse tema, sugere-se que nos trabalhos futuros a amostra seja aumentada, incluindo nadadores do gênero feminino e separando os nadadores por categoria. Além disso, para evitar problemas em relação à execução do movimento fora do plano calibrado, uma solução é realizar a análise tridimensional. Considerando ainda, que os nadadores realizaram um percurso muito curto, seria interessante realizar esse trabalho em percursos maiores, caracterizando assim as provas de meio fundo e fundo.

## 6 CONCLUSÃO

Configurou-se como objetivo geral desse estudo verificar se havia efeito prejudicial do destreinamento sobre variáveis cinemáticas relacionadas ao desempenho do nado crawl com diferentes estratégias de respiração. Além disso, esse mesmo estudo tinha por objetivo específico comparar o comportamento das variáveis cinemáticas entre as diferentes estratégias de respiração no desempenho do nado crawl em cada período (treinado e destreinado).

Após cinco semanas de destreinamento percebeu-se que na estratégia de apneia voluntária, respiração para o lado preferido e respiração para o lado não preferido a velocidade média do nado foi menor principalmente em função da diminuição da frequência de braçada.

Relacionado a comparação entre as diferentes estratégias de respiração adotadas no nado crawl, percebeu-se que enquanto os atletas estão treinados a estratégia de respiração mais vantajosa em provas de alta intensidade e de curta duração é a de apneia voluntária. No entanto, em relação ao período destreinado, não há uma estratégia mais vantajosa, uma vez que os resultados mostraram que o comportamento das variáveis cinemáticas não apresentou diferença entre as estratégias de respiração adotadas no desempenho do nado crawl.

Portanto, diante dos resultados sugere-se aos treinadores evitar períodos de destreinamento superiores a 4 semanas ou planejarem um período de férias ativo, além de orientar seus atletas para executarem as diferentes estratégias de respiração, principalmente no retorno dos treinamentos, afim de evitar prejuízos futuros à técnica e ao equilíbrio do nado.

## 7 REFERÊNCIAS

AMIGÓ, N.; CADEFAU, J. A.; FERRER, I.; TARRADOS, N.; CUSSÓ, R. Effect of summer intermission on skeletal muscle of adolescent soccer players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v. 38, n. 4, p. 298–304, 1998.

ANDERSEN, L. L.; ANDERSEN, J. L.; PETTER MAGNUSON, S.; SUETTA, C.; MADSEN, J. L.; CHRISTENSEN, L. R. PER AAGAARD. Changes in the human muscle force-velocity relationship in response to resistance training and subsequent detraining. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 99, n. 1, p. 87-94, 2005.

APOLINÁRIO, Marcos Roberto. **Efeitos de diferentes padrões respiratórios no desempenho e na braçada do nado crawl**. 2010. 87f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

APOLINÁRIO, M. R.; OLIVEIRA, T. A. C.; FERREIRA, L. F.; BASSO, L.; CORRÊA, U. C.; FREUDENHEIM, A. M. Efeitos de diferentes padrões respiratórios no desempenho e na organização temporal das braçadas do nado “Crawl” dos ritmos de pernada na braçada do nado crawl. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 149-159, 2012.

APOLINÁRIO, M. R.; OLIVEIRA, T. A. C.; MARQUES, M. T.; CORRÊA, U. C.; FREUDENHEIM, A. M. Efeitos da modificação dos ritmos de pernada na braçada do nado crawl. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 11-18, 2011.

BANGSBO, J.; MIZUNO, M. Morphological and metabolic alterations in soccer players with detraining and retraining and their relation to performance. In: SCIENCE AND FOOTBALL: PROCEEDINGS OF THE FIRST WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL, 1987, Liverpool. **Annals**. Liverpool, 1988, p. 114 –124.

BARBOSA, T.; VILAS-BOAS, J. P. Estudo de diversos conceitos de eficiência da locomoção humana no meio aquático. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v. 3, n. 5, p. 337-349, 2005.

BARBOSA, A. C.; ANDRIES JÚNIOR, O. Efeito do treinamento de força no desempenho da natação. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 141-150, 2006.

BARBOSA, T.M.; PINTO, E.; CRUZ, A.M.; MARINHO, D.A.; SILVA, A.J.; REIS, V.M.; COSTA, M.J. & QUEIRÓS, T.M. (2010a). The Evolution of Swimming Science Research: Content analysis of the “Biomechanics and Medicine in Swimming” Proceedings Books from 1971 to 2006, In: Biomechanics and Medicine in Swimming XI, P.L., Kjendlie, R.K. Stallman & J. Cabri (Org.), 2010, Oslo. **Annals**. Oslo: Norwegian School of Sport Sciences, 2010. p 312-314

BARBOSA, T. M.; BRAGADA, J. A.; REIS, V. M.; MARINHO, D. A.; CARVALHO, C.; SILVA, A. J. Energetics and biomechanics as determining factors of swimming performance: Updating the state of the art. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Belconne, v. 13, n. 2, p. 262–269, 2010b.

BARROS, R. M. L.; BRENZIKOFER, R.; LEITE, N. J.; FIGUEROA, P. Desenvolvimento e avaliação de um sistema para análise cinemática tridimensional de movimentos humanos. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**, Campinas, v. 15, n. 1-2, p. 79-86, 1999.

CARDELLI, C.; LERDA, R.; CHOLLET, D. Analysis of breathing in the crawl as a function of skill and stroke characteristics. **Perceptual and Motor Skills**, Louisville, v. 90, n. 19, p. 979-987, 2000.

CAPELLI, C.; PENDERGAST, D.; TERMIN, B.; Energetics of swimming at maximal speed in humans. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 78, n. 5, p. 385-393, 1998.

CASTRO, Flavio Antonio de Souza. **Parâmetros biomecânicos do nado crawl apresentados por nadadores e triatletas**. 2002. 173 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

CASTRO, Flavio Antonio de Souza. **Determinantes do desempenho para prova de 200 m nado crawl**. 2007. 152f. Tese (Doutorado em Ciências do Movimento Humano) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

CASTRO, F.; GUIMARÃES, A. C. Front crawl kinematics: breathing and pace acute effects. In: International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming X, J. P. Vilas-Boas, F. Alves, and A. Marques (Org.), 2006, Porto. **Portuguese Journal of Sport Sciences**. Porto: University of Porto, 2006. p 26-28.

CASTRO, F. A. S.; GUIMARÃES, A. C. S.; MORÉ, F. C.; LAMMERHIRT, H. M.; MARQUES, A. C. Cinemática do Nado Crawl sob diferentes intensidades e condições de respiração de nadadores e triatletas. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 223-232, 2005.

CASTRO, F. A. S.; MOTA, C. B. Desempenho em 200 m nado crawl sob máxima intensidade e parâmetros cinemáticos do nado. **Revista Brasileira de Biomecânica**, São Paulo, v. 9, n.17, p. 116-123, 2008.

CHI, M. M.; HINTZ, C. S.; COYLE, E. F.; MARTIN, W. H.; IVY, J. L.; NEMETH, P. M.; HOLLOSZY, J. O.; LOWRY, O. H. Effects of detraining on enzymes of energy metabolism in individual human muscle fibers. **American Journal of Physiology - Cell Physiology**, Washington, v. 244, n. 3, p. 276-287, 1983.

CLAUDE, A. B.; SHARP, R. L. The effectiveness of cycle ergometer training in maintaining aerobic fitness during detraining from competitive swimming. **Journal of Swimming Research**, Honolulu, v. 7, n. 3, p. 17-20, 1991.

CONVERTINO, V. A.; SANDLER, H.; WEBB, P.; ANNIS, J. F. Induced venous pooling and cardiorespiratory responses to exercise after bed rest. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 52, n. 5, p.1343-1348, 1982.

COSTILL, D. L.; MAGLISCHO, E. W.; RICHARDSON, A. B. **Swimming**. London: Blackwell Scientific Publications, 1992.

COSTILL, D. L.; KOVALESKI, J.; PORTER, D.; KIRWAN, J.; FIELDING, R.; KING, D. Energy expenditure during frontcrawl swimming: predicting success in middle distance events. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 6, n. 5, p. 266-270, 1985.

COYLE, E. F.; MARTIN, W. H.; BLOOMFIELD, S. A.; LOWRY, O. H.; HOLLOSZY, J. O. Time course of loss of adaptations after stopping prolonged intense endurance training. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 57, n. 6, p. 1857-1864, 1984.

COYLE, E. F.; MARTIN, W. H.; SINACORE, D. R.; JOYNER, M. J.; HAGBERG, J. M.; HOLLOSZY, J. O. Effects of detraining on responses to submaximal exercise. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 59, n. 3, p. 853-859, 1985

COYLE, E. F.; HEMMERT, M. K.; COGGAN, A. R. Effects of detraining on cardiovascular responses to exercise: role of blood volume. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 60, n. 1, p. 95-99, 1986.

CRAIG JR., A. B.; PENDERGAST, D. R. Relationships of stroke rate, distance per stroke, and velocity in competitive swimming. **Medicine and Science in Sports**, Madison, v. 11 n. 3, p. 278-283, 1979.

CRAIG, A.B.; SKEHAN, P. L.; PAWELCZYK, J. A.; BOOMER, W. L. Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 17, n. 6, p. 625-634, 1985.



EAST, D. E. Swimming: An Analysis of Stroke Frequency, Stroke Length and Performance. **New Zealand Journal of Health, Physical Education and Recreation**, Wellington, n. 3, p. 16-27, 1970.

EHSANI, A. J.; HAGBERG, J. M.; HICKSON, R. C. Rapid changes in left ventricular dimensions and mass in response to physical conditioning and deconditioning. **American Journal of Cardiology**, New York, v. 42, n. 1, p. 52-56, 1978.

EVANGELISTA, F. D. S.; BRUM, P. C. Efeitos do Destreinamento Físico sobre a "Performance" do Atleta: Uma revisão das alterações cardiovasculares e músculo-esqueléticas. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 239-249, 1999.

EVANGELISTA, F. S.; MARTUCHI, S. E. D.; NEGRÃO, C. E.; BRUM, P. C. Loss of resting bradycardia with detraining is associated with intrinsic heart rate changes. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, Ribeirão Preto, v. 38, n. 7, p.1141-1146, 2005.

FAVARO, O. R.; LIMA, F. T. Influência da idade na performance, frequência de braçada e comprimento de braçada em nadadores masters de 50 metros nado crawl. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 7-15, 2005.

FIGUEROA, P. J.; LEITE, N. J.; BARROS, R. M. L. A flexible software for tracking of markers used in human motion analysis. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, Amsterdam, v. 72, n. 2, p. 155-165, 2003.

FREUDENHEIM, A. M.; GAMA, R.; MOISÉS, M. La habilidad nadar: (re) visión. **Ciências de la Actividad Física**, v.4, n. 8, p. 139-155, 1996.

GAMELIN, F. X.; BERTHOIN, S.; SAYAH, H.; LIBERSA, C.; BOSQUET, L. Effect of training and detraining on heart rate variability in healthy young men. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 28, n. 7, p. 564-570, 2007.

GARCIA-PALLARES, J.; CARRASCO, L.; DIAZ, A.; SANCHEZ-MEDINA, L. Post-season detraining effects on physiological and performance parameters in top-level kayakers: comparison of two recovery strategies. **Journal of Sports Science and Medicine**, North Carolina, v. 8, p. 622–628, 2009.

GASTIN, P. B. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. **Sports Medicine**, Auckland, v. 31, n. 10, p. 725-741, 2001.

GIROLD, S.; CHATARD, J. C.; COSSOR, J.; MASON, B. Specific strategy for the medalists versus finalists and semi finalists in the women's 200m breaststroke at the Sydney Olympic games. In: *XIX INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BIOMECHANICS IN SPORTS*, 2001, San Francisco. **Annals**. San Francisco: University of San Francisco, 2001. p 61-65.

GODFREY, R. J.; INQHAM, S. A.; PEDLAR, C. R.; WHYTE, G. P. The detraining and retraining of an elite rower: a case study. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Belconne, v. 8, n. 3, p. 314-320, 2005.

GONDIN, J.; DUCLAY, J.; MARTIN, A. Neural drive preservation after detraining following neuromuscular electrical stimulation training. **Neuroscience Letters**, Amsterdam, v. 409, n.3, p. 210-214, 2006.

GONZÁLEZ, J. I. A. Iniciación a la técnica en los estilos em natación. Primeira parte: Estilo crol. **Lecturas, Educación Física y Deportes**, Buenos Aires, v. 7, n. 34, 2001.

GRIMSTON, S. K.; HAY, J. G. Relationships among anthropometric and stroking characteristics of college swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 18, n. 1, p. 60-68, 1986.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. **Manual Prático para Avaliação em Educação Física**. Barueri: Manole, 2006.

HARTLEY, R. ZISSERMAN, A. **Multiple View Geometry in Computer Vision**. 2ª Ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

HAY, J. G.; GUIMARÃES, A. C. S. A Quantitative Look at Swimming Biomechanics. **Swimming Technique**, Phoenix, v. 20, n. 2, p. 11-17, 1983.

HÄKKINEN, K.; ALÉN, M.; KOMI, P. V. Changes in isometric force and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. **Acta Physiologica Scandinavica**, Stockholm, v. 125, n. 4, p. 573-585, 1985.

HELLARD, P.; DEKERLE, J.; AVALOS, M.; CAUDAL, N.; KNOPP, M.; HAUSSWIRTH, C. Kinematic measures and stroke rate variability in elite female 200-m swimmers in the four swimming techniques: Athens 2004 Olympic semi-finalists and French National 2004 Championship semi-finalists. **Journal of Sports Science**, London, v. 26, n. 1, p. 35-46, 2008.

HOUMARD, J. A.; HORTOBÁGYI T.; JOHNS, R. A.; BRUNO N. J.; NUTE, C. C.; SHINEBARGER, M. H.; WELBORN, J. W. Effect of short-term training cessation on performance measures in distance runners. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 13, n. 8, p. 572-576, 1992.

HOUSTON, M. E.; BENTZEN, H.; LARSEN, H. Interrelationships between skeletal muscle adaptations and performance as studied by detraining and retraining. **Acta Physiologica Scandinavica**, Stockholm, v. 105, n. 2, p.163-170, 1979.

JOHNSON, R. E., SHARP, R. L.; HEDRICK, C. E. Relationship of swimming power to sprint freestyle performance: A multiple regression approach. **Journal of Swimming Research**, Honolulu, v. 9, n. p. 10-14, 1993.

KEMI, O. J.; HARAM, P. M.; WISLØFF, U.; ELLINGSEN, Ø. Aerobic Fitness Is Associated With Cardiomyocyte Contractile Capacity and Endothelial Function in Exercise Training and Detraining. **Circulation**, Dallas, v. 109, n. 23, p. 2897-2904, 2004.

LERDA, R.; CARDELLI, C. Breathing and Propelling in Crawl as a Function of Skill and Swim Velocity. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 24, n. 1, p. 75-80, 2003.

LERDA, R.; CARDELLI, C.; CHOLLET, D. Analysis of the interactions between breathing and arm actions in the front crawl. **Journal of Human Movement Studies**, New Jersey, v. 40, n. 2, p. 129-144, 2001.

LEVINSON, D. A. Internal stroke motions and the effective coaching of stroke mechanics. **Journal of Swimming Research**, Honolulu, v. 3, n. 3, p. 21-28, 1987.

MADUREIRA, Fabrício Barbosa. **Efeito da modificação da tarefa na braçada do nado crawl em indivíduos com níveis de habilidades distintos**. 2006. 76f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MAGLISCHO, E. W. **Swimming fastest**. Champaign: Human Kinetics, 2003.

MARQUES, A. C. M.; GONZALES-BADILLO, J. J. In-season resistance training and detraining in professional team handball players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, Champaign, v. 20, n. 3, p. 563-571, 2006.

MARQUES, M. C.; CASIMIRO, F. L. M. C.; MARINHO, D. A.; COSTA, A. F. M. M. C. Efeitos do treino e do destreino sobre indicadores de força em jovens voleibolistas: implicações da distribuição do volume. **Motriz: Revista de Educação Física**, Rio Claro, v.17, n. 2, p. 235-243, 2011.

MAZZOLA, P. N.; JACQUES, M. M.; SOUZA, I. F.; CASTRO, F. A. S. Cinemática do nado crawl de nadadores não-competitivos. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v. 16, n. 3, p. 1-8, 2008.

McCABE, Carla. **Effects of 50m and 400m race paces on three-dimensional kinematics and linear kinetics of sprint and distance front crawl swimmers.** 2008. 238f. Tese (Doutorado em Filosofia). Universidade de Edimburgo, 2008.

MELNYK, J. A.; ROGERS, M. A.; HURLEY, B. F. Effects of strength training and detraining on regional muscle in young and older men and women. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 105, p. 929-938, 2009.

MORÉ, F. C.; CARPES, F. P.; CASTRO, F. A. S. Simetria das forças no nado crawl: influência da respiração. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 2007, Rio Claro. **Anais**. Rio Claro: Tec Art, 2007. p. 518-523.

MORÉ, F. C.; CASTRO, F. A. S.; KRUEL, L. F. M. Balanço de nado: método quantitativo de classificação. In: XII Congresso Brasileiro de Biomecânica, 2007, São Pedro. **Anais do XII Congresso Brasileiro de Biomecânica**. São Pedro: Tec Art, 2007. v. 1, p. 512-517, 2007. 1 CD-ROM.

MUJIKÁ, I.; PADILLA, S. Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations: Part I. Short-term insufficient training stimulus. **Sports Medicine**, Auckland, v. 30, n. 2, p. 79-87, 2000a.

MUJIKÁ, I.; PADILLA, S. Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations: Part I. Long term insufficient training stimulus. **Sports Medicine**, Auckland, v. 30, n. 3, p. 145-154, 2000b.

MUJIKÁ, I.; PADILLA, S. Cardiorespiratory and metabolic characteristics of detraining in humans. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.33, n. 3, p. 413-421, 2001a.

MUJIKÁ, I.; PADILLA, S. Muscular characteristics of detraining in humans. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 33, n. 8, p. 1297-1303, 2001b.

MUJIKÁ, I. PADILLA, S.; PYNE, D.; BUSSO, T. Physiological changes associated with the pre-event taper in athletes. **Sports Medicine**, Auckland, v. 34, n. 13, p. 891-927, 2004.

NARICI, M. V.; ROI, G. S.; LANDONI, L.; MINETTI, A. E.; CERRETELLI, P. Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 99, n. 1, p. 87-94, 1989.

NEUFER, P. D.; COSTILL, D. L.; FIELDING, R.A.; FLYNN, M.G.; KIRWAN, J. P. Effect of reduced training on muscular strength and endurance in competitive swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 19, n. 5, p. 486 – 490, 1987.

OLIVEIRA, V. L.; LEITE, G. S.; LEITE, R. D.; ASSUMPÇÃO, C. O.; PEREIRA, G. B.; BARTHOLOMEU NETO, J.; PRESTES, J. Efeito de um período de destreinamento sobre variáveis neuromusculares em atletas de handebol. **Fitness e Performance Journal**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 96-102, 2009.

OLIVEIRA, R.A.; NAVARRO, F. Comparação metabólica e antropométrica de aptidão física de atletas de basquetebol após um período de destreinamento, **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 29-44, 2007.

PAYTON, C. J.; BARTLETT, R. M.; BALTZOPOULOS,V.; COOMBS, R. Upper extremity kinematics and body roll during preferred-side breathing and breath-holding front crawl swimming. **Journal of Sports Science**, London, v. 17, n. 9, p. 689-696, 1999.

PELAYO, P.; SIDNEY, M.; KHERIF, T.; CHOLLET, D.; TOURNY, C. Stroking characteristics in freestyle swimming and relationships with anthropometric characteristics. **Journal of Applied Biomechanics**, Champaign, v. 12, n. 2, p. 197-206, 1996.

PEREZ, A. J.; BASSINI, C.; PEREIRA, B. M. F.; SARRO, K. J. Correlação entre variáveis antropométricas e o comprimento e a frequência da braçada de nadadores capixabas. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 19-27, 2011.

PETIBOIS, C.; DÉLERIS, G. Effects of short and long-term detraining on the metabolic response to endurance exercise. *International Journal of Sports Medicine*, Stuttgart, v. 24, n. 5, p. 320-325. 2003.

PLATONOV, V. N.; FESSENKO, S. L. **Os sistemas de treinamento dos melhores nadadores do mundo**. Rio de Janeiro: Sprint, 2003.

POTTS, A. D.; CHRALTON, J. E.; SMITH, H. M. Bilateral arm power imbalance in swim bench exercise to exhaustion. **Journal of Sports Science**, London, v. 20, n. 12, p. 975–979, 2002.

POUSSON, M.; AMIRIDIS, I. G.; COMETTI, G.; VAN HOECKE, J. Velocity-specific training in elbow flexors. **European Journal Of Applied Physiology**, Berlin, v. 80, n. 4, p. 367-372, 1999.

RISCH, O.; CASTRO, F. A. S. Desempenho em natação e pico de força em tethered swimming. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 2007, Rio Claro. **Anais**. Rio Claro: Tec Art, 2007. p. 441-446.

SANTO, E.; JANEIRA, M. A.; MAIA, J. A. R. Efeitos do treino e do destreino específicos na força explosiva: Um estudo em jovens basquetebolistas do sexo masculino. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 116-127, 1997.

SEIFFERT, L.; BOULESTEIX, L.; CARTER, M.; CHOLLET, D. The spatial-temporal and coordinative structures in elite male 100-m front crawl swimmers. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 26, n. 4, p. 286-293, 2005a.

SEIFFERT, L.; CHOLLET, D.; ALLARD, P. Arm coordination symmetry and breathing effect in front crawl, **Human Movement Science**, Amsterdam, v. 24, n. 2, p. 234-256, 2005b.

SEIFFERT, L.; BOULESTEIX, L.; CHOLLET, D. Effect of breathing pattern on arm coordination symmetry in front crawl. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 22, n. 5, p. 1670-1676, 2008.

SILVA, Caio Graco Simoni. **Consistência e variabilidade do nado crawl em indivíduos habilitados**. 2008. 75f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SHARP, R. L.; TROUP, J. P.; COSTILL, D. L. Relationship between power and sprint freestyle swimming. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 14, n. 1, p. 53-56, 1982.

TERMIN, B.; PENDERGAST, D. R. Training using the stroke frequency-velocity relationship to combine biomechanical and metabolic paradigms. **Journal of Swimming Research**, Honolulu, v. 14, p. 9-17, 2000.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2007

TOKMAKIDIS, S. P.; SPASSIS, A. T. VOLAKLIS, K. A. Training, Detraining and Retraining Effects after a Water-Based Exercise Program in Patients with Coronary Artery Disease. **Cardiology**, Basel, v. 111, n. 4, p. 257-264, 2008.

TOUSSAINT, H. M.; BEEK, P. J. Biomechanics of competitive front crawl swimming. **Sports Medicine**, Auckland, v. 13, n. 1, p. 8-24, 1992.

VEZOS, N.; GOURGOULS, V.; AGGELOUSSIS, N.; KASIMATIS, P.; CHRISTOFORIDIS, C.; MAVROMATIS, G. Underwater stroke kinematics during breathing and breath-holding front crawl swimming, *Journal of Sports Science and Medicine*, North Carolina, v. 6, p. 58-62, 2007.

VILAS-BOAS, J. P.; LAMARES, J. P. Velocidade crítica: critério para avaliação do nadador e para definição de objetivos. In: 20º CONGRESSO TÉCNICO



CIENTÍFICO DA ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS TÉCNICOS DE NATAÇÃO, 1997, Setúbal. **Anais**. Setúbal: 1997. p. 1-11.

WAKAYOSHI, K. et al. Relationship between oxygen uptake, stroke rate, and swimming velocity in competitive swimming. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.16, p.19-23, 1995.

YANAI, T. Stroke frequency in front crawl: its mechanical link to the fluid forces required in non-propulsive directions. **Journal of Biomechanics**, New York, v. 36, n. 1, p. 53-62, 2003.

ZAMPARO, P.; CAPELLI, C.; CAUTERO, M.; DI NINO, A. Energy cost of front-crawl swimming at supra-maximal speeds and underwater torque in young swimmers. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 83, n. 6, p. 487-491, 2000.

ZAMPARO, P.; BONIFAZI, M.; FAINA, M.; MILAN, A.; SARDELLA, F.; SCHENA, F.; CAPELLI, C. Energy cost of swimming of elite long-distance swimmers. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 94, n. 5-6, p. 697-704, 2005.

## **ANEXO**

ANEXO A - Aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da UFES



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Vitória-ES, 04 de Abril de 2011.

De: Prof. Dr. Adauto Emmerich Oliveira  
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde

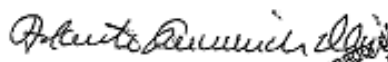
Para: Prof (a) Karine Jacon Sarro  
Pesquisador Responsável pelo Projeto de Pesquisa intitulado: **"Relação entre padrão de movimento respiratório e performance em nadadores"**.

Senhor (a) Pesquisador (a),

Informamos a Vossa Senhoria, que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo, após analisar o Projeto de Pesquisa nº. 034/11 intitulado: **"Relação entre padrão de movimento respiratório e performance em nadadores"** e o **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**, cumprindo os procedimentos internos desta Instituição, bem como as exigências das Resoluções 196 de 10.10.96, 251 de 07.08.97 e 292 de 08.07.89, **APROVOU** o referido projeto, em Reunião Ordinária realizada em 30 de março de 2011.

Lembramos que, cabe ao pesquisador responsável elaborar e apresentar os relatórios parciais e finais de acordo com a resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 196 de 10/10/96, inciso IX.2. letra "c".

Atenciosamente,

  
Coordenador do  
Comitê de Ética em Pesquisa  
CEP/UFES

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido



### UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário, ou seja, de sua livre e espontânea vontade, de uma pesquisa. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, e caso você concorde em fazer parte do estudo, assine ao final deste documento.

Ao fazer parte da pesquisa você estará contribuindo para o avanço do conhecimento na área de biomecânica da natação, isso implicará em um retorno futuro para a modalidade esportiva em questão, para o técnico e para você. Além disso, você terá acesso a qualquer instante, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa, inclusive esclarecimento sobre eventuais dúvidas. Também tem liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer consequência.

Todos os dados coletados e declarados podem vir a ser publicados e divulgados no meio científico, mas serão garantidos de anonimato, sigilo, privacidade e confidencialidade. É importante destacar que todas as imagens registradas serão utilizadas somente para fins dessa pesquisa. Em caso de dúvida, procure os responsáveis pela pesquisa de acordo com os contatos abaixo:

Laboratório de Biomecânica do Movimento e da Respiração / Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo.

Av. Fernando Ferrari, 514 – Goiabeiras - 29075-810 - Vitória ES - Brasil

- Profª Drª Karine Jacon Sarro – 27 – 3335-2624 – ksarro@gmail.com

- Mestrando Bernardo Maia Farage Pereira - 27 – 9973-5041 – b.m.f.p@hotmail.com

#### **INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA: RELAÇÃO ENTRE PADRÃO DE MOVIMENTO RESPIRATÓRIO E PERFORMANCE EM NADADORES**

O presente projeto de mestrado tem por objetivo verificar se há relação entre padrão de movimento respiratório e performance em nadadores. Para isso, propomos a realização de dois experimentos, descritos sucintamente abaixo:

**Cinemática da respiração:** Através de um modelo de representação do tronco, serão coladas 30 bolinhas na pele dos atletas (para minimizar os riscos de reação alérgica com a bolinha, será utilizada fita antialérgica). A partir disso, serão obtidas imagens de vídeo para análise cinemática dos movimentos do tronco durante a realização de manobras respiratórias, visando analisar a participação de diversos compartimentos do tronco para a ventilação e diferentes interações entre esses compartimentos.

**Cinemática do nado:** Esse experimento irá obter valores de alguns parâmetros de nado, como frequência de braçada, comprimento de braçada, velocidade de nado e índice de braçada. Para isso serão obtidas imagens dos atletas nadando 200 metros em estilo livre.

#### **CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA**

Eu, \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_, aceito participar do estudo: **Relação entre padrão de movimento respiratório e performance em nadadores**. Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelos pesquisadores sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios. Estou ciente que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem qualquer consequência.

Vitória, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
assinatura do sujeito da pesquisa  
ou responsável legal

\_\_\_\_\_  
assinatura do pesquisador  
(Bernardo Maia Farage Pereira)

\_\_\_\_\_  
assinatura da testemunha

Caso você tenha dificuldade em entrar em contato com o pesquisador responsável, comunique o fato à Comissão de Ética em Pesquisa do pelo telefone 3335-7211 ou pelo e-mail cep@ccs.ufes.br.

## APÊNDICE B – Termo de Assentimento para Menores



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

### **TERMO DE ASSENTIMENTO PARA MENORES**

#### **Introdução**

Meu nome é Bernardo Maia Farage Pereira e o meu trabalho é pesquisar se existe relação entre a respiração e o desempenho na natação.

Para isso você está sendo convidado a participar desta pesquisa. Você pode escolher se quer participar ou não. Discutimos esta pesquisa com seus pais ou responsáveis e eles sabem que também estamos pedindo seu acordo. Se você vai participar da pesquisa, seus pais ou responsáveis também terão que concordar. Mas se você não desejar fazer parte da pesquisa, não é obrigado, até mesmo se seus pais concordarem. Você pode discutir qualquer coisa deste formulário com seus pais, amigos ou qualquer um com quem você se sentir a vontade de conversar. Você pode decidir se quer participar ou não depois de ter conversado sobre a pesquisa e não é preciso decidir imediatamente. Pode haver algumas palavras que não entenda ou coisas que você quer que eu explique mais detalhadamente. Então, se surgir alguma dúvida me pergunte que eu a esclarecerei.

#### **Objetivos**

Queremos saber se existe relação entre respiração e o desempenho em natação. Para isso temos que fazer alguns testes, que serão explicados abaixo.

#### **Procedimentos**

A pesquisa terá duas etapas. Na primeira, serão coladas 30 bolinhas na sua pele, e em seguida eu irei filmá-lo respirando com essas bolinhas no corpo. Na segunda, você será filmado nadando uma repetição de 200 metros nado livre em máxima velocidade.

#### **Riscos**

A pesquisa foi elaborada da melhor forma possível a fim de minimizar os riscos. Pensando nisso as bolinhas serão coladas em você utilizando um material antialérgico.

#### **Benefícios**

Ao fazer parte da pesquisa você estará contribuindo para o avanço do conhecimento na área de natação, possibilitando a melhora na qualidade nos treinamentos.

#### **Incentivos**

Se você mora longe da UFES (Goiabeiras), daremos aos seus pais dinheiro suficiente para pagar o transporte.

#### **Confidencialidade**

Não falaremos para outras pessoas que você está nesta pesquisa e também não compartilharemos informação sobre você para pessoas que não trabalhem na pesquisa. Qualquer informação sobre você terá um número ao invés de seu nome. Sendo assim só os pesquisadores saberão quem é você.

**Divulgação dos resultados**

Quando terminarmos a pesquisa, eu sentarei com você e seus pais e falaremos sobre o que aprendemos com a pesquisa. Eu também lhe darei um papel com os seus resultados. Depois, iremos falar com outros cientistas, sobre o que achamos nesta pesquisa.

**Contato**

Qualquer dúvida entre em contato com:

Laboratório de Biomecânica do Movimento e da Respiração / Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo.

Av. Fernando Ferrari, 514 – Goiabeiras - 29075-810 - Vitória ES - Brasil

- Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Karine Jacon Sarro – 27 – 3335-2624 – ksarro@gmail.com

- Mestrando Bernardo Maia Farage Pereira - 27 – 9973-5041 – b.m.f.p@hotmail.com

**Certificado do Assentimento**

Eu entendi que a pesquisa é sobre a relação entre respiração e o desempenho em natação. Fui devidamente informado e esclarecido pelos pesquisadores de como será a minha participação na pesquisa, assim como os possíveis riscos e benefícios. Além disso, estou ciente que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem qualquer consequência.

Assinatura da criança/adolescente: \_\_\_\_\_

Assinatura dos pais/responsáveis: \_\_\_\_\_

Ass. Pesquisador: \_\_\_\_\_

Dia/mês/ano: \_\_\_\_\_